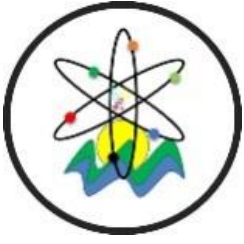


Black Sea Journal of Engineering and Science





**BLACK SEA JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCE
(BSJ ENGIN SCI)**



Black Sea Journal of Engineering and Science (BSJ Eng Sci) is a double-blind peer-reviewed, open-access international journal published electronically 4 times (January, April, July and October) in a year by since January 2018. It publishes, in English and Turkish, full-length original research articles, innovative papers, conference papers, reviews, mini-reviews, rapid communications or technical note on advances in a wide range of scientific disciplines from all fields of engineering and science and from any source.

ISSN 2619 - 8991

Phone: +90 362 408 25 15

Fax: +90 362 408 25 15

Email: bsjsci@blackseapublishers.com

Web site: <http://dergipark.gov.tr/bsengineering>

Sort of publication: Periodically 4 times (January, April, July and October) in a year

Publication date and place: October 01, 2021 - Samsun, TURKEY

Publishing kind: Electronically

OWNER

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

DIRECTOR IN CHARGE

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

EDITOR BOARDS

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Hasan ÖNDER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Uğur ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

SECTION EDITORS*

Prof. Dr. Erkan YALÇIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TANAK, Amasya University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TEMİZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA, Cukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadyrbay CHEKİROV, Kyrgyz Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Assoc. Prof. Dr. Özgür Hakan AYDOĞMUŞ, Social Sciences University of Ankara, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Roswanira Binti AB WAHAB, University of Technology, MALAYSIA

Asst. Prof. Dr. Fatma Sevinç KURNAZ, Yıldız Technical University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Sedat KARADAVUT, Trakya University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

EDITORIAL - ADVISORY BOARD*

Prof. Dr. Aglaia (Litsa) LIOPA-TSAKALIDI, Institute of Western Greece, GREECE

Prof. Dr. Ercan EFE, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Prof. Dr. Mohammad Masood TARIQ, University of Balochistan, PAKISTAN

Prof. Dr. Mustafa Çağatay TUFAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Özkan GÖRGÜLÜ, Ahi Evran University, TURKEY

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Taner TUNÇ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Emil OMURZAK, Kyrgyz-Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Asst. Prof. Dr. Yılmaz KAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

STATISTIC EDITOR

Prof. Dr. Mehmet TOPAL, Kastamonu University, Turkey

ENGLISH EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Sezen Ocak YETISGIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

TURKISH EDITOR

Prof. Dr. Serkan ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

REVIEWERS OF THE ISSUE*

Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ, Harran University, TURKEY

Prof. Dr. İbrahim KELES, Samsun University, TURKEY

Prof. Dr. Suphi URAL, Çukurova University, TURKEY

Prof. Dr. Zeynel CEBECİ, Çukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ATALAY, Iğdır University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Jülide ÖNER, Uşak University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Murat Erşen BERBERLER, Dokuz Eylül University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Onur DİKMENLİ, İstanbul University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Sezer ŞAHİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Şen YÜKSEL, Beykent University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Tolga YASA, Eskişehir Technical University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Baki BAĞRIAÇIK, Çukurova University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Barış ÖZKAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Emrah KAYA, Iğdır University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Erhan ERGÜN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Murat İNCE, Isparta Applied Science University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Nurettin ŞENYER, Samsun University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Özer KURT, Muş Alparslan University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Yelda DURGUN ŞAHİN, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji University, TURKEY

Dr. Ali ALMUSAWI, Çankaya University, TURKEY

Dr. Aniekan IKPE, University of Benin, NIGERIA

Dr. Ayşe YILDIRIM ATEŞ, Akdeniz University, TURKEY

Dr. Eghosa OMO-OGHOGHO, University of Benin, NIGERIA

Dr. Hasan Alp SAHİN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Dr. İlknur DÖNMEZ, İstanbul Arel University, TURKEY

Dr. Peyman AGAZADE, Dokuz Eylül University, TURKEY

Dr. Recep EKİCİLER, Gazi University, TURKEY




Dr. Tolga BARIŞIK, İstanbul Yeni Yüzyıl University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

Research Article

- 1. GROUPING SUNFLOWER LINES IN TERMS OF IRON NUTRITION CAPABILITIES AND DETERMINING THE BEST IRON NUTRITION CHARACTERISTICS OF THESE LINES** 
(Ayçiçeği hatlarının demir beslenme kabiliyetleri yönünden gruplandırılması ve bu hatların en iyi demir beslenme özelliklerinin belirlenmesi)
Ahmet KORKMAZ, Güney AKINOĞLU, Elif BOZ.....153-159
- 2. DETECTING FACE MASK USING CONVOLUTION NEURAL NETWORK** 
(Evrimsel sinir ağıları kullanılarak yüz maskesinin tespit edilmesi)
Fatih Ahmet ŞENEL.....160-167
- 3. COMPARISON OF THE USE RISKS OF FOOD PACKAGING MACHINES WITH THE HRNS METHOD AND FMEA METHOD** 
(Gıda paketlenme makinelerinin kullanım risklerinin HRNS methodu ve FMEA yöntemi ile karşılaştırılması)
Tuğçe ORAL, Semra BAYHUN.....168-178
- 4. EVALUATION OF THE THERMAL PROPERTIES OF EPOXY-AGRO WASTE (EGG SHELL AND PALM KERNEL SHELL) NANOPARTICLE COATING FOR MILD STEEL** 
(Yumuşak çelik için epoksi-tarım atığı (yumurta kabuğu ve hurma çekirdeği kabuğu) nanoparçacık kaplamasının termal özelliklerinin değerlendirilmesi)
Maureen OISAKEDE.....179-182
- 5. REVIEWING COMFORTABILITY IN CITY SQUARES: A RESEARCH STUDY OF BEYLİKDÜZÜ ÖZGÜRLÜK SQUARE** 
(Şehir meydanlarında konforun gözden geçirilmesi: Beylikdüzü Özgürlük meydanı bir araştırma çalışması)
Fatemeh BADEL, Mehmet İNCEOĞLU.....183-191
- 6. SKIN CANCER DETECTION VIA AUGMENTED IMAGE SET WITH DEEP LEARNING** 
(Derin öğrenme ile artırılmış görüntü seti üzerinden cilt kanseri tespiti)
Erhan ERGÜN, Kazım KILIÇ.....192-200
- 7. EFFECT OF RIB SHAPE ON FLOW REGIME AND HEAT TRANSFER** 
(Kaburga şeklinin akış rejimi ve ısı transferi üzerindeki etkisi)
Seyhun DURMUŞ.....201-208
- 8. TEMPERATURE SUSCEPTIBILITY AND RHEOLOGICAL AGING CHARACTERISTICS OF THE BITUMEN HAVING DIFFERENT PENETRATION GRADES** 
(Farklı penetrasyon derecelerine sahip bitümün, sıcaklık duyarlılığı ve reolojik yaşlanma özellikleri)
Derya KAYA ÖZDEMİR.....209-213

Review Article

- 9. EVALUATION OF THE EFFECTS OF COVID -19 PANDEMIC ON LOGISTICS SYSTEMS** 
(Covid -19 pandemisinin lojistik sistemler üzerine etkilerinin değerlendirilmesi)
Aybüke Büşra TANRIKULU, Mehmet Serhat ODABAŞ.....214-216
- 10. USE OF TANNIN IN RUMINANT ANIMAL NUTRITION** 
(Tanenlerin ruminant hayvan beslemede kullanımı)
Mustafa BOĞA, Filiz KOCADAYIOĞULLARI, Müge ERKAN CAN.....217-225
- 11. ADVANTAGES OF USING ERP PROGRAM IN BUSINESS** 
(İşletmelerde ERP programı kullanmanın avantajları)
Ersin ÖZKÖSE, Mehmet Serhat ODABAŞ.....226-231



AYÇİÇEĞİ HATLARININ DEMİR BESLENME KABİLİYETLERİ YÖNÜNDE GRUPLANDIRILMASI VE BU HATLARIN EN İYİ DEMİR BESLENME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ahmet KORKMAZ¹, Güney AKINOĞLU^{1*}, Elif BOZ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Bu çalışmanın amacı, ayçiçeği hatlarının demir beslenme kabiliyetleri yönünden gruplandırılması ve bu hatların en iyi demir beslenme özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, 445 g kuvars kumu ortamına % 5,6 CaCO₃ olacak şekilde her saksıya 25 g CaCO₃ uygulanmıştır. Denemede pH'sı 6,0'a ayarlı demirsiz besin çözeltisi aşağıdaki konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. 0,75 mM K₂SO₄; 2,0 mM Ca(NO₃)₂.4H₂O; 1,0 mM MgSO₄.7H₂O; 0,25 mM KH₂PO₄; 0,1 mM KCl; 1,0 µM MnSO₄; 1,0 µM ZnSO₄.7H₂O; 10 µM H₃BO₃; 0,01 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 0,1 µM CuSO₄.5H₂O. Faktöriyel deneme desenine göre 7 × 3 şeklinde planlanan denemede muameleler 3 tekrürlü uygulanmıştır. Yukarıdaki konsantrasyonlarda hazırlanan besin çözeltisine 0-45 ve 100 µM Fe içerecek şekilde Fe-EDDHA ilave edilmiştir. Demirsiz besin çözeltisi ile yetiştirilen ayçiçeği hatlarının kuru madde miktarları ve bu hatların demir beslenmesi ile ilgili diğer özelliklerine ait değerler, 45 ve 100 µM demir içeren besin çözeltisi ile yetiştirilen hatların kuru madde miktarlarına ve diğer demir beslenme özelliklerine ilişkin değerlerine bölünmesi ile ayçiçeği hatlarının kireçli ortamda demir noksanlığına tolerans indeks değerleri hesaplanmıştır. Demir noksanlığı şartlarında, demir beslenme özellikleri yönünden 12, 18, 25 ve 34 numaralı ayçiçeği hatları birinci grubu; 21, 28 ve 37 numaralı hatlar ise ikinci grubu oluşturmuştur. 28 ve 37 numaralı hatların birbirine en yakın; 12 ve 21 numaralı hatların ise birbirinden en uzak hatlar oldukları belirlenmiştir. Hatlardan 12 nolu ayçiçeği hattı kökte ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil kapsamları bakımından 21 nolu ayçiçeği hattına göre daha yüksek bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında demir beslenme özellikleri yönünden 12 nolu hattın 21 numaralı hatta göre daha iyi bir hat olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ayçiçeği hatları, Kireçli ortam, Demir beslenme kabiliyeti, Toplam klorofil, Aktif demir, Ferrik redüktaz aktivitesi

Grouping Sunflower Lines in Terms of Iron Nutrition Capabilities and Determining the Best Iron Nutrition Characteristics of These Lines

Abstract: The aim of this study is to group the sunflower lines in terms of their iron nutrition ability and to determine the best iron nutrition properties of these lines. For this purpose, 25 g CaCO₃ was applied to each pot with 5.6 % CaCO₃ in 445 g quartz sand media. In the experiment, non-ferrous nutrient solution with pH adjusted to 6.0 was prepared in the following concentrations. 0.75 mM K₂SO₄; 2.0 mM Ca(NO₃)₂.4H₂O; 1.0 mM MgSO₄.7H₂O; 0.25 mM KH₂PO₄; 0.1 mM KCl; 1.0 µM MnSO₄; 1.0 µM ZnSO₄.7H₂O; 10 µM H₃BO₃; 0.01 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 0.1 µM CuSO₄.5H₂O. In the experiment, which was planned as 7 × 3 according to the factorial trial design, the treatments were applied in 3 repetitions. Fe-EDDHA, containing 0, 45 and 100 µM Fe, was added to the nutrient solution prepared at the above concentrations. Tolerance index values of sunflower lines for iron deficiency in calcareous environment were calculated as follows. It was calculated by dividing the values of iron feeding characteristics and dry matter contents of sunflower lines grown with non-ferrous nutrient solution to the same characteristics of the lines grown with 45 and 100 µM iron-containing nutrient solution. Sunflower lines 12, 18, 25 and 34 formed the first group in terms of iron nutritional properties under iron deficiency conditions; however, lines 21, 28 and 37 formed the second group. It has been determined that lines 28 and 37 are the closest sunflower lines, while lines 12 and 21 are the furthest from each other. The sunflower line no. 12 was found to be higher in terms of ferric reductase enzyme activity in root and leaf, chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll contents than the sunflower line no.21. It was concluded that sunflower line no 12 is better than line no 21 in terms of iron nutritional properties under iron deficiency conditions.

Keywords: Sunflower lines, Calcareous media, Iron nutritional ability, Total chlorophyll, Active iron, Ferric reductase activity

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: guney_akinoglu@gmail.com (G. AKINOĞLU)

Ahmet KORKMAZ <https://orcid.org/0000-0001-5595-0618>

Güney AKINOĞLU <https://orcid.org/0000-0003-4624-2876>

Elif BOZ <https://orcid.org/0000-0001-9579-025X>

Gönderi: 19 Mart 2021

Kabul: 05 Nisan 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Received: March 19, 2021

Accepted: April 05, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Korkmaz A, Akinoğlu G, Boz E. 2021. Grouping sunflower lines in terms of iron nutrition capabilities and determining the best iron nutrition characteristics of these lines. BSJ Eng Sci, 4(4): 153-159.

1. Giriş

Ülkemiz ayçiçeği ekim alanları ülkemizde ayçiçeği üretiminin ilk başladığı 1950'li yıllardan bu yana büyük çoğunlukla Trakya-Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır (Semerci ve ark., 2011). Ancak son yıllarda ayçiçeğinde

elde edilen gelirin ve mısır, pamuk gibi bitkilerdeki hastalık, zararlı problemlerinin artması nedeniyle, ayçiçeği başta Çukurova Bölgesi olmak üzere diğer bölgelerde de ekilmeye başlanmıştır. Ayçiçeği bitkisi demir noksanlığına duyarlı bir bitki türü olup, demir



noksanlığı görülen topraklarda yetiştirilmesi halinde önemli derecede verim ve kalite kayıpları olmaktadır. Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan çok sayıda toprak örneğinde yapılan analizlere göre Fe eksikliği % 27'lik bir oranla çinkodan sonra en yaygın olan mikro element eksikliği sorunudur (Eyüpoğlu ve Korucu, 1997). Ayçiçeği gibi bitkilerde demir noksanlığı şartlarına adapte olabilmek için rizosfer pH'sını azaltmak ve köklerin +3 değerlikli demiri (Fe^{+3}), +2 değerlikli demire (Fe^{+2}) indirgeyebilme kapasitelerini artırma özelliklerinin genotipler arasında dikkate değer ölçüde farklılık olduğu bildirilmiştir (Alcantara ve Guardia, 1991). Araştırmacılar ayçiçeğinde demir alımının köklerin rizosfer pH'sını azaltma ya da rizosferde +3 değerlikli demiri, iki değerlikli demire (Fe^{+2}) indirgeyebilme kapasiteleriyle ilişkili olduğunu da belirtmişlerdir. Ayçiçeğinin demir noksanlığına duyarlı bitki türlerinden biri olduğu belirtilmiştir (Mengel ve ark., 1994; Ranieri ve ark., 2001).

Görmüş ve Barutçular (2016) ayçiçeğinin demir noksanlığına karşı oldukça duyarlı bir bitki olduğunu bildirmişler ve ayrıca ayçiçeğinin Türkiye'de özellikle Çukurova Bölgesi'nde son yıllarda ekim alanının ve üretiminin önemli ölçüde arttığını da belirtmişlerdir. Eyüpoğlu ve ark. (1997) Türkiye topraklarının yarayışlı demir konsantrasyonunun düşük olduğunu, bu yüzden ayçiçeğinin verim ve kalitesinde önemli kayıplara neden olabileceğini belirtmişlerdir. Strateji-I bitkileri genellikle dikotiledon bitkiler olup bu bitkilere Arabidopsis thaliana'dan demir alımı ve taşınımı ile ilgili genler aktararak demir alımında etkin varyeteleri elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda demir noksanlığına maruz bırakılan domates bitkilerinde klorofilin azaldığı kökte Fe^{+3} şelat redüktaz enzim aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir. Strateji-I bitkilerinde aşağıda belirtilen hususlara sahip bitkilerin demir alımında kabiliyetli olduğu bildirilmiştir. Bu özellikler: 1) Demir alımında kabiliyetli çeşitlerin kökleri proton çıkararak rizosferde toprağın asitliğini ve demirin çözünürlüğünü artırıcı özelliğe sahiptir. 2) Demir alımında kabiliyetli bitkiler demir noksanlığı şartlarında köklerinde Fe^{+3} şelat redüktaz enzim aktivitesini artırarak, +3 değerlikli demirin (Fe^{+3}) +2 değerlikli demire (Fe^{+2}) indirgenmesini sağlayıcı özelliğe sahiptir. 3) Demir alımında kabiliyetli çeşitler Fe^{+2} taşıyıcı aktivitesini artırarak, +2 değerlikli demirin (Fe^{+2}) plazmalemmadan taşınımını sağlama özelliğine sahiptir (Zamboni ve ark., 2012).

Toprak, iklim ve bitki faktörlerinin uygun olmayışı nedeniyle demirin alımının ve yarayışlılığının önemli derecede azaldığı rapor edilmiştir. Ayrıca kötü havalanan, soğuk, kalkerli ya da alkalın toprakların bitkilerde demir noksanlığının sıkça görüldüğü topraklar olduğu belirtilmiştir (Marschner ve ark., 1986; Inskeep ve ark., Bloom, 1987). Bu tür topraklarda yetişen bitkiler rizosferde demirin yarayışlılığını artırarak, demir noksanlığı şartlarına karşı adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar neticesinde kökleri ile

yeterli miktarda demir aldıkları belirtilmiştir. Demir noksanlığı şartlarına adaptasyonda köklerin gösterdiği responslar bitki türleri arasında farklılık göstermektedir. Strateji-I bitkilerinin demir alımında kök yüzeylerinde +3 değerlikli demirin, +2 değerlikli demire (Fe^{+2}) indirgenmesi mutlak gerekli bir işlem olduğu belirtilmiştir (Chaney ve ark., 1972; Römheld ve Marschner, 1986).

Marschner ve ark. (1986) demir noksanlığı şartlarında Strateji-I bitkilerinin diğer bir özelliğinin ATPaz proton pompasıyla rizosferin asitliğini artırma olduğu ve bu özelliğın rizosferde demirin çözünürlüğünü artırarak bitkinin demir beslenmesine katkı sağladığını bildirmişlerdir.

Demirin; klorofilin biyosentezinde, fotosentezde, solunumda, DNA sentezinde, mitokondri ve kloroplastlarda elektron sağlayarak elektron taşınım zincirinde, protein sentezinde, nitratların amonyağa indirgenmesi dahil bitkilerde birçok hücrel fonksiyonlarda mutlak gerekli bir element olduğu bildirilmiştir. (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013). Demir ayrıca, katalaz, peroksidaz, akonitaz, süperoksit dismutaz gibi enzimlerin yapısında yer alır. (Marschner, 1995). Fe^{+2} ve Fe^{+3} redoks çifti enzimatik redoks reaksiyonlarını artırarak bitki gelişmesinde önemli bir rol oynar (Gill ve Tuteja, 2010).

Bitki ıslahında hatlar arasında melezleme işlemi yapılarak hibrit çeşitler elde edilir. Hibrit çeşitlerin demir beslenme kabiliyetleri büyük oranda melezlemede kullanılan hatlardan gelir. Kendileme sonucu oluşan bireylere hat denilir. Kendileme yakın akrabalar arasında olan çaprazlama işlemidir. Uzun yıllar kendileme yapılarak elde edilen hatların demir beslenme kabiliyetlerinin bilinmesi, elde edilecek hibrit çeşidin demir beslenme kabiliyetine yansması sebebiyle önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, ayçiçeği hatlarının demir beslenme kabiliyetleri yönünden gruplandırılması ve bu hatların en iyi demir beslenme özelliklerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada 7 farklı ayçiçeği hattı incelenmiştir. Ayçiçeği hatlarının belirlenen bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme

Kum kültüründe küçük plastik saksılara % 5,6 $CaCO_3$ içeren 445 g kuvars kumu doldurulmuştur. Deneme 7×3 faktöriyel deneme desenine göre tertiplenmiş ve muameleler 3 tekerrürlü uygulanmıştır. Denemede 7 farklı ayçiçeği hattı 0, 45 ve 100 μM demir dozu içeren (Fe -EDDHA) besin çözeltisi verilerek yetiştirilmiştir. Besin çözeltisi aşağıda verilen konsantrasyonlarda hazırlanmış ve pH'sı 6,0'a ayarlanmıştır. (Öztürk ve ark., 2008).

Tablo 1. Ayçiçeği hatlarının belirlenen bazı tabla özellikleri (Aytaç ve ark., 2016)

Hat no	Laboratuvar No	Ortalama tohum sayısı	Tane doldurma oranı	Tabla çapı	Tabla şekli	Kabuk / iç oranı
12	1	869	80,0	25,2	Düz-düz konik	52,2
18	2	972	77,0	27,1	Düz konik	58,5
21	3	708	82,0	24,2	Düz-düz konik	53,66
25	4	928	73,0	25,1	Düz	54,65
28	5	967	62,8	26,6	Düz-düz konik-ters konik	51,63
34	6	869	68,0	23,8	Düz-ters konik	58,42
37	7	754	81,2	22,5	Düz konik-ters konik	65,18

0,75 mM K₂SO₄; 2,0 mM Ca(NO₃)₂.4H₂O; 1,0 mM MgSO₄.7H₂O; 0,25 mM KH₂PO₄; 0,1 mM KCl; 1,0 µM MnSO₄; 1,0 µM ZnSO₄.7H₂O; 10 µM H₃BO₃; 0,01 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 0,1 µM CuSO₄.5H₂O.

Kum kültüründe yetiştirilen ayçiçeği hatlarına saksa başına her gün kök havasızlığına neden olmayacak şekilde 50 mL besin çözeltisi uygulanmıştır. Ayçiçeği hatları, besin çözeltisi uygulayarak 50 gün süreyle yetiştirilmiştir. Taze yaprakta yapılacak analizler için hatlardan hasat zamanında yaprak örnekleri alınmıştır. Bitkilerin topraküstü aksamaları 65 °C'ye ayarlı etüvde kurutulmuş, kuru madde ağırlıkları tartılmıştır.

2.2.2. Bitki analizleri

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen bitkilerin taze kök ve yapraklarında ferrik redüktaz aktivitesi belirlenmiş ve enzim aktivitesine ilişkin sonuçlar, µmol/saat/ g taze madde (TM) olarak ifade edilmiştir (Ojeda ve ark., 2004). Taze yaprak örnekleri 1,0 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve süzükte aktif demir atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir (Takkar ve Kaur, 1984). Taze yaprak örneklerinde Arnon (1949); Witham ve ark. (1971) tarafından bildirildiği şekilde klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid absorbans değerleri spektrofotometre cihazı ile belirlenmiş ve aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplanmıştır (eşitlik 1, 2, 3 ve 4):

$$\text{Klorofil-a, mg/g TM} = [12,70 \cdot A_{663} - 2,69 \cdot A_{645}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (1)$$

$$\text{Klorofil-b, mg/g TM} = [22,90 \cdot A_{645} - 4,68 \cdot A_{663}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (2)$$

$$\text{Toplam klorofil, mg/g TM} = [20,2 \cdot A_{645} + 8,02 \cdot A_{663}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (3)$$

$$\text{Karotenoid mg/g TM} = A_{480} \cdot V / (250 \cdot W) \quad (4)$$

A₆₆₃ = 663 nm'deki absorbans değeri

A₆₄₅ = 645 nm'deki absorbans değeri

A₄₈₀ = 480 nm'deki absorbans değeri

V = Son hacim, mL

W = Örnek miktarı, g TM

Bitkide toplam azot, fosfor, potasyum ve demir, Kacar ve İnal (2008) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Ayrıca bitkilerin toplam demir alımları hesap edilmiştir. Ayçiçeği hatlarının demir noksanlığına tolerans indeks değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (eşitlik 5):

$$\text{Demir noksanlığına tolerans indeks değerleri, \%} = (A / B) \times 100 \quad (5)$$

A= Demirsiz besin çözeltisi ile yetiştirilen hatlarda belirlenen klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, aktif demir kapsamları ve kuru madde miktarları ve B= 45 µM ya da 100 µM demir içeren besin çözeltisiyle yetiştirilen hatlarda belirlenen klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, aktif demir kapsamları ve kuru madde miktarlarıdır.

2.3. İstatistiksel Analizler

Demir beslenme indeksleri yönünden 7 farklı ayçiçeği hatlarının birbirlerine yakınlık ve uzaklıklarını belirlemek amacıyla Cluster (kümeleme) testi veya benzerlik testi uygulanmıştır. Cluster analizi JMP.5.0 istatistik paket programında Ward Yöntemi'ne göre yapılmıştır. Ayçiçeği hatlarının demir beslenme indekslerine göre sınıflandırılması ve hatların bu indekslere göre değişimi ve en iyi özellikleri Biplot analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Demir Noksanlığı Şartlarında Ayçiçeği Hatlarının Gruplandırılması, Birbirlerine Yakınlık-Uzaklıkları ve İyi Özellikleri

Demir noksanlığı şartlarında ayçiçeği hatlarında belirlenen demir beslenme özelliklerine ait değerler Tablo 2'de; demir noksanlığına tolerans indeks değerleri ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kireçli ortamda demir noksanlığı şartlarında kökte ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi yönünden 12 nolu hat diğer ayçiçeği hatlarına göre en yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca, klorofil-a kapsamı yönünden 28 nolu hat; klorofil-b kapsamı yönünden 18 nolu hat; toplam klorofil kapsamı yönünden 18 ve 28 numaralı hat; aktif demir kapsamı ve kuru madde miktarı yönünden 37 nolu hat; yaprakta azot kapsamı yönünden 34 nolu hat en yüksek değerlere sahiptirler.

Ayçiçeği hatları demir noksanlığına ilişkin özelliklere ait

mutlak ve oransal değerler şeklinde olmak üzere 18 özellik bakımından gruplandırılmıştır (Şekil 1). Şekil 1'in incelendiğinde, ayçiçeği hatlarının demir noksanlığı

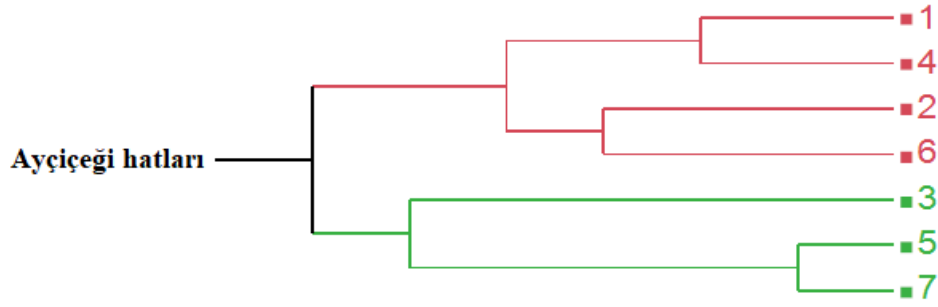
şartlarında, demir beslenme kabiliyetlerine göre 2 ana grupta toplandıkları görülmüştür.

Tablo 2. Demir noksanlığı şartlarında ayçiçeği hatlarında belirlenen demir beslenme özelliklerine ait değerler

Hat no	Kökte FRA $\mu\text{mol/saat/g}$ TM (I)	Yaprakta FRA, $\mu\text{mol/saat/g}$ TM (II)	Klorofil-a mg/g TM (III)	Klorofil-b mg/g TM (IV)
12	399,00	341,76	1,27	0,52
18	394,83	331,82	1,38	0,6
21	307,45	341,46	0,34	0,44
25	358,75	329,41	1,42	0,51
28	243,39	341,46	1,47	0,51
34	290,98	318,56	1,21	0,56
37	306,93	337,24	1,28	0,48
	Toplam klorofil mg/g TM (V)	Aktif Fe, ppm (VI)	Verim, g KM/bitki (VII)	Azot,% (VIII)
12	1,8	6,91	11,54	0,94
18	1,98	6,43	9,02	0,95
21	1,39	8,62	11,69	0,99
25	1,93	6,51	10,54	1,13
28	1,98	9,41	10,87	1,04
34	1,77	7,62	8,59	1,21
37	1,76	10,95	12,39	1,09

Tablo 3. Ayçiçeği hatlarının demir noksanlığına tolerans indeks değerleri

Hat no	Demir noksanlığı şartlarında belirlenen demir beslenme özelliklerine ilişkin oransal değerler, % (45 μM Fe seviyesine göre) Yeterli demir düzeyine (45 μM Fe) göre				
	Oransal, klorofil-a,% (IX)	Oransal, klorofil-b, % (X)	Oransal, toplam klorofil, % (XI)	Oransal Aktif Fe, % (XII)	Oransal kuru madde miktarı, % (XIII)
12	58,82	74,02	61,24	60	88,11
18	80,65	112,57	88,12	87,74	86,84
21	63,87	86,51	69,46	87,64	96,62
25	76,99	88,61	76,54	62,2	78,91
28	84,03	70,09	82,67	126,74	98,16
34	72,33	98,47	79,09	61,34	62,82
37	81,66	84,66	82,61	138,21	94,4
	Yeterli demir düzeyine (100 μM Fe) göre				
	Oransal klorofil-a, % (XIV)	Oransal klorofil-b, % (XV)	Oransal toplam klorofil, % (XVI)	Oransal aktif Fe,% (XVII)	Oransal kuru madde miktarı, % (XVIII)
12	87,19	87,77	87,44	34,49	99,61
18	76,02	96,14	81,13	28,34	72,81
21	51,68	68,13	57,28	41,27	100,68
25	91,29	104,61	93,15	35,41	98,04
28	100,49	103,23	103,52	61,64	104,66
34	62,15	99,06	66,78	32,74	65,68
37	83,65	90,85	86,81	64,06	98,04



Şekil 1. Demir noksanlığı şartlarında demir beslenme kabiliyetlerine göre ayçiçeği hatlarının gruplandırılması (1= 12 nolu hat; 2= 18 nolu hat; 3= 21 nolu hat; 4= 25 nolu hat; 5= 28 nolu hat; 6= 34 nolu hat; 7= 37 nolu hat).

I. Ana grupta 4 hat (12, 18, 25 ve 34) kümelendi; II. Ana grupta ise 3 hat (21, 28 ve 37) kümelendi. Birinci grubu oluşturan hatlar arasında 12 nolu ayçiçeği hattı kuru madde miktarı, kökte ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi yönünden en yüksek değerlere sahip bulunmuştur. Bununla birlikte, 25 nolu hat klorofil-a kapsamı yönünden; 18 nolu hat klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı yönünden; 34 nolu hat aktif demir ve azot kapsamı yönünden en yüksek değerler göstermiştir.

İkinci grubu oluşturan hatlar arasında 37 nolu hat kuru madde miktarı, aktif demir ve azot kapsamı yönünden en yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca, 28 nolu hat klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı yönünden en yüksek değerlere sahiptir. II. Ana grupta yer alan 21 nolu hat ise kökte ferrik redüktaz aktivitesi yönünden en yüksek bulunmuş; yaprakta ferrik redüktaz aktivitesi yönünden ise 21 ve 28 nolu hatlar birbirine yakın ve en yüksek bulunmuşlardır. Demir noksanlığı şartlarında dikotiledon bitkilerin, topraktan demiri absorbe etme ve mobil hale getirme kabiliyetleri vardır. Dikotiledon bitkilerin topraktaki demiri mobil hale getiren bu

varyeteleri “demir etkin bitkiler” olarak adlandırılmaktadır. Demir etkin bitkiler ekstra kök tüylerine ve rizodermal transfer hücrelerine sahip olup, kökleri ile proton çıkarırlar. Ayrıca demir etkin bitkilerin ekstra hücrel ferrik redüktaz aktivitesine sahip oldukları ve yüksek düzeyde +2 değerlikli demiri (Fe^{+2}) alabilme kabiliyetine sahip oldukları da belirtilmiştir (Römheld ve Marschner, 1986).

Brown ve Olsen (1980) demir alımında etkin varyetelerin kabiliyetlerinin yetiştirildikleri gelişme ortamının pH'sını düşürme ve köklerden indirgeyici maddelerin çıkarılmasıyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Demir stresine maruz bırakılmış dikotiledon türlerin rizosfer pH'sını değiştirerek veya kök ferrik redüktaz enzim aktivitesini artırarak demir klorozunu gidermeye çalıştığı bildirilmiştir.

Ayçiçeği hatlarının demir noksanlığı şartlarında grup içi yakınlık değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, 28 ve 37 nolu hattın demir beslenme kabiliyetleri bakımından birbirine en yakın hat oldukları görülmektedir. Diğer yandan, 12 ve 21 nolu hatlar ise birbirinden en uzak hatlar oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 4. Ayçiçeği hatlarının kireçli ortamda grup içi yakınlık değerleri

Grup sayıları	Grup içi yakınlık değeri	Grup Elemanları
6	2,242	28 37
5	2,949	12 25
4	3,456	18 34
3	4,404	12 18
2	5,350	21 28
1	5,858	12 21

Demir noksanlığı şartlarında, birbirlerinden en uzak hatlar 12 ve 21 nolu hatlar arasında, 12 nolu hat; kökte ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil kapsamı bakımından 21 nolu hatta göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ksouri ve ark. (2007) asmada kirece bağlı demir noksanlığının genotiplere bağlı olarak değiştiğini yaprak klorofil kapsamının genotiplere ve bikarbonat dozlarına bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Buna karşın, 21 nolu hat ise aktif demir kapsamı bakımından 12 nolu hatta göre daha yüksek bulunmuştur. Torun ve ark. (2017) ayçiçeği

bitkisinin demir noksanlığına toleranslı çeşitlerinin seçiminde bitkilerde semptom derecesi, SPAD değeri, klorofil konsantrasyonu, yeşil aksam kuru madde verimi, ferrik redüktaz enzim aktivitesi, yeşil aksam demir konsantrasyonu ve yetiştirme ortamının pH değerini ele almışlardır. Araştırmacılar proton salgılama özelliğinin ve demir redüktaz enzim aktivitesinin önemli olduğunu belirterek, demir etkin genotip olan TR-3080'in demir noksanlığında kök ferrik redüktaz enzim aktivitesinin demir noksanlığına duyarlı genotip olan TR-6149-SA'nınkinden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

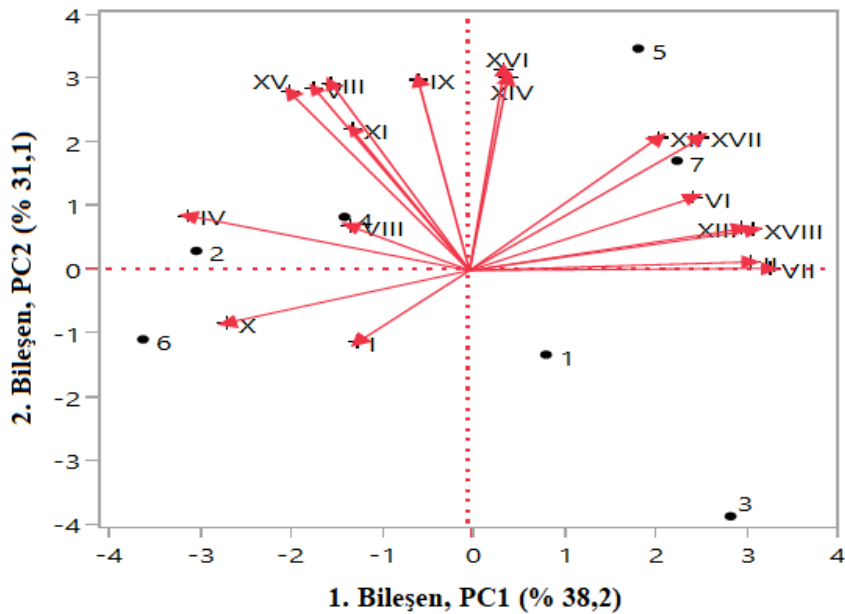
Araştırmacılar kontrollü koşullarda besin çözeltisinde TR-6149-SA, TR-3080 ve 6480 genotipleri ile yaptıkları çalışmada besin çözeltisinin başlangıçtaki pH değerlerinin çeşit sırasıyla 7,16, 7,27 ve 7,06 olduğunu, deneme sonunda ise çeşit sırasıyla pH'nın 6,69, 6,61, 6,65'e düştüğünü belirtmişlerdir. Proton salgılama düzeyinin ve rizosferi asitleştirebilme yeteneğinin çeşitlere göre farklı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar demir etkin çeşit olan TR-3080 ayçiçeği genotipinde demir noksanlığı şartlarında yapraktaki demir konsantrasyonundaki azalmanın % 23 olduğunu, buna karşın demir noksanlığına duyarlı TR-6149-SA ayçiçeği çeşidinde ise % 35,4 olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar uygulanan değişik Fe konsantrasyonlarına karşı genotiplerin tepkilerinin önemli derecede farklılık gösterdiğini ve Fe noksanlığına karşı tolerant genotiplerin belirlenmesinde Fe redüktaz enzim aktivitesinin önemli bir rol oynayabileceğini bildirmişlerdir.

Kuru madde miktarı ve azot kapsamı yönünden 12 ve 21 nolu hattın birbirine yakın oldukları görülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında demir beslenme kabiliyetini belirten indeksler ve diğer özelliklerin hatlara göre sınıflandırılması ve bu hatların en iyi demir beslenme indeksleri Şekil 2'de verilmiştir. Biplot yöntemiyle yapılan analizde PC1 (1. ana bileşen) % 38,2, PC2 (2. ana bileşen) % 31,1 toplamda ise varyasyonun % 69,3'ünü oluşturmuştur. Şekil 2'de görüldüğü gibi hatlara göre özelliklerin oransal ve mutlak değerleri ve dağılımları farklılık göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre 18 ve 25 nolu hatlar, klorofil-b kapsamı (IV), azot kapsamı (VIII),

klorofil-a kapsamı (III), oransal toplam klorofil kapsamı (XI), oransal klorofil-b kapsamı (XV) ve oransal klorofil-a kapsamı (IX) yönünden iyi ve aynı grupta toplanmış hatlardır. 28 ve 37 numaralı hatlar ise kireçli şartlarda oransal toplam klorofil kapsamı (XVI), oransal klorofil-a kapsamı (XIV), oransal aktif demir kapsamı (45 ve 100 µM demir dozlarına göre sırasıyla XII ve XVII), yaprakta aktif demir kapsamı (VI), oransal kuru madde miktarı (45 µM ve 100 µM demir dozlarına göre sırasıyla XIII ve XVIII), yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi (II) ve kuru madde miktarı (VII) bakımlarından iyi ve aynı grupta toplanan hatlar oldukları tespit edilmiştir. 12 ve 21 nolu hatlar ise incelenen demir beslenme indeksleri ve diğer özellikler bakımından tamamen farklı bir grupta toplanmıştır. 34 nolu hat kökte ferrik redüktaz enzim aktivitesi (I) ve oransal klorofil-b kapsamı (X) bakımından iyi bulunmuştur (Şekil 2).

4. Sonuç

Demir noksanlığı şartlarında demir beslenme durumları yönünden ayçiçeği hatlarının 2 ana grupta toplandıkları görülmüştür. I. Ana grupta 12, 18, 25 ve 34 nolu hatlar kümelenmiş; II. Ana grupta 21, 28 ve 37 nolu hatlar kümelenmiştir. Demir noksanlığı şartlarında 28 ve 37 nolu hatların birbirine en yakın; 12 ve 21 nolu hatların ise birbirinden en uzak hatlar oldukları belirlenmiştir. Demir noksanlığı şartlarında 12 nolu hat kökte ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil kapsamaları bakımından 21 nolu hatta göre daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 2. Demir noksanlığı şartlarında ayçiçeği hatlarının en iyi demir beslenme indekslerine göre gruplandırılması (1= 12 nolu hat; 2= 18 nolu hat; 3= 21 nolu hat; 4= 25 nolu hat; 5= 28 nolu hat; 6= 34 nolu hat; 7= 37 nolu hat).

Katkı Oranı Beyanı

AK ve GA fikri tasarladı. GA ve EB verileri topladı. AK ve GA verileri analiz etti. AK, GA ve EB makaleyi hazırladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışmanın bazı analiz aşamalarında bizlere sundukları katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünde görev yapan araştırma görevlilerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alcantara E, De La Guardia MD. 1991. Variability of sunflower inbred lines to iron deficiency stress. *Plant Soil*, 130: 93-96.
- Arnon D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol*, 24: 1-12.
- Aytaç S, Arslanoğlu ŞF, Yiğen Ç. 2016. Some morphological characteristics of confectionary sunflower genotypes obtained through selection breeding. In: *Proceedings of the 19th International Sunflower Conference*, Edirne, Turkey, p.1102-1105.
- Brown C, Olsen RA. 1980. Factors related to iron uptake by Dicotyledonous and Monocotyledonous plants III. Competition between root and external factors for Fe. *J Plant Nutr*, 2: 661-682.
- Chaney RL, Brown JC, Tiffin LO. 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. *Plant Physiol*, 50: 208-213.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, Canisağ U. 1997. Plant available trace iron, zinc, manganese and copper in Turkish soils. In: Ryan J, editors. *Accomplishments and future challenges in dryland soil fertility research in the Mediterranean area*, ICARDA, Aleppo, Syria, 1th ed., pp. 191-196.
- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol Bioch*, 48: 909-930.
- Görmüş O, Barutçular C. 2016. Boron nutrition studies with cotton and sunflower in Southern Turkey. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 47(7): 915-929.
- Inskeep WP, Bloom PR. 1987. Soil chemical factors associated with soybean chlorosis in calciaquolls of western Minnesota. *Agron J*, 79: 779-786.
- Ishimaru Y, Suzuki M, Tsukamoto T, Suzuki K, Nakazono M, Kobayashi T, Wada Y, Watanabe S, Matsuhashi S, Takahashi M. 2006. Rice plants take up iron as an Fe+3 phytosiderophore and as Fe+2. *Plant J*, 45: 335-346.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye, 1. Basım, 912 s.
- Krouma A, Drevon JJ, Abdelly C. 2006. Genotypic variation of N2 fixing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in response to iron deficiency. *J Plant Physiol*, 163: 1094-1100.
- Ksouri R, Debez A, Mahmoudi H, Ouerghi Z, Gharsalli M, Lachaal M. 2007. Genotypic variability within Tunisian grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) facing biocarbonate-induced iron deficiency. *Plant Physiol Bioch*, 45: 315-322.
- Kumar S, Asif MH, Chakrabarty D, Tripathi RD, Dubey RS, Trivedi PK. 2013. Differential expression of rice lambda class GST gene family members during plant growth, development, and in response to stress conditions. *Plant Mol Biol Rep*, 31: 569-580.
- Marschner H, Römheld V, Kissel M. 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J Plant Nutr*, 6: 695-713.
- Marschner H. 1995. Function of Mineral Nutrients: Micronutrients. In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, UK, 1th ed., pp. 313-324.
- Mengel K, Planker R, Hoffmann B. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and iron chlorosis of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J Plant Nutr*, 17(6): 1053-1065.
- Ohwaki Y, Sugahara K. 1993. Genotypical differences in responses to iron deficiency between sensitive and resistant cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). *Plant Soil*, 155/156: 473-476.
- Ojeda M, Schaffer B, Davies FS. 2004. Root and leaf ferric chelate reductase activity in pond apple and soursop. *J Plant Nutr*, 27: 1381-1393.
- Öztürk L, Yazıcı A, Eker S, Gökmen Ö, Römheld V, Çakmak I. 2008. Glyphosate inhibition of ferric reductase activity in iron deficiency sunflower roots. *New Phytol*, 177: 899-906.
- Ranieri A, Castagna A, Baldan B, Soldatini GF. 2001. Iron deficiency differently affects peroxidase isoforms in sunflower. *J Exp Bot*, 52(354): 25-35.
- Römheld V, Marschner H. 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiol*, 80: 175-180.
- Slatni T, Krouma A, Gouia H, Abdelly C. 2009. Importance of ferric chelate reductase activity and acidification capacity in root nodules of N2-fixing common bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) subjected to iron deficiency. *Symbiosis*, 47: 35-42.
- Takkar PN, Kaur NP. 1984. HCl method for Fe+2 estimation to resolve iron chlorosis in plants. *J Plant Nutr*, 7(1-5): 81-90.
- Torun AA, Erdem H, Torun MB. 2017. Ayçiçeği genotiplerinin demir noksanlığına karşı tolerans düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknol Derg*, 5(11): 1323-1329.
- Witham FH, Blydes DF, Devlin RM. 1971. *Experiments in plant physiology*. Van Nostrend Reinhold Company, New York, USA, 1th ed., pp. 245.
- Zamboni A, Zanin L, Tomasi N, Pezzotti M, Pinton R, Varanini Z. 2012. Genome-wide microarray analysis of tomato roots showed defined responses to iron deficiency. *BMC Genomics* 13: 101. DOI: 10.1186/1471-2164-13-101.



EVRIŞİMSEL SİNİR AĞLARI KULLANILARAK YÜZ MASKESİNİN TESPİT EDİLMESİ

Fatih Ahmet ŞENEL^{1*}

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

Özet: Bu çalışmada, hava yoluyla salgın hastalıkların yayıldığı pandemi dönemlerinde, yüz maskesi takan ve takmayan insanların otomatik olarak tespit edildiği bir evrişimsel sinir ağı geliştirilmiştir. Tüm dünyayı etkileyen büyük bir salgında, tek bir kişinin bile dikkatsiz davranışları öncelikle kendi yakın çevresinden başlamak üzere yaşadığı tüm ülkeyi hatta tüm dünyayı tehlikeye atabilme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle basit gibi görülen bir yüz maskesinin, salgın boyunca kullanımı küçümsenmemelidir. Gerekli tüm tedbirlerin üst düzeyde alınması bir zorunluluktur. Her ülkenin kendi kolluk kuvvetleri tarafından gerekli denetimler gerçekleştirilmektedir. Ancak insan sayısının kolluk kuvvetlerinin denetleyebileceğinden çok daha fazla olması nedeniyle teknolojik gelişmelerden faydalanılmak zorunda kalınmaktadır. Geliştirilen bu sistemle birlikte, yüz maskesi denetiminin insan gücü yerine yapay zekâ kullanan sistemler tarafından yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, ilk olarak gerçek insan yüzü fotoğraflarından oluşan veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setinde maskeli ve maskesiz olmak üzere toplamda 418 adet resim bulunmaktadır. Resimler seçilirken farklı renk ve şekillerde maskelerin veri setinde yer alması sağlanmıştır. Doğrudan resim girdisi ile çalışan ve sınıflandırma işlemlerinde kullanılan evrişimsel sinir ağları ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. İkili sınıflandırma olarak ele alınan bu problemde, evrişimsel sinir ağı mimarisinin en iyi sonucu vermesi için hiper parametre ayarlaması yapılmıştır. Modelin optimum parametreleri ayarlanarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi sonucunda %95'lik bir doğruluk yüzdesi elde edilmiştir. Elde edilen bu başarı yüzdesi, evrişimsel sinir ağlarının yüzde bulunan maskenin tespit edilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Covid-19, Derin öğrenme, Maske, Pandemi, Yapay zeka


Detecting Face Mask Using Convolution Neural Network

Abstract: In this study, a convolutional neural network was developed to detect people who wear and do not wear face masks during periods of epidemics spreading with airborne. In a major pandemic that affects the whole world, the careless behavior of a single person has the potential to endanger the entire country, even the whole world, starting from his immediate environment. For this reason, using a simple face mask during the pandemic should not be underestimated. It is a must to take all necessary precautions at the highest level. Necessary audits are carried out by each country's own law enforcement officers. However, because the number of people is much more than the law enforcement officers can control, technological developments have to be utilized. With this developed system, it is aimed to perform face mask control by artificial intelligence systems instead of manpower. For this purpose, the data set consisting of real human face photographs was generated firstly. In the data set generated, there are 418 face pictures in total, with a mask, and without a mask. While selecting the pictures, masks with different colors and shapes are included in the data set. The classification process was carried out with the convolutional neural networks working with direct raw image input and it is often used in classification processes. In this problem, which is considered as binary classification, hyper parameter adjustment has been made to give the best result of the convolutional neural network architecture. The classification process was carried out by adjusting the optimum parameters of the model. As a result of the classification process, an accuracy rate of 95% was obtained. This percentage of success obtained showed that the convolutional neural networks can be used successfully in detecting the mask on the face.

Keywords: Covid-19, Deep learning, Mask, Pandemic, Artificial intelligence

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

E mail: fatihsenel@sdu.edu.tr (F.A. ŞENEL)

Fatih Ahmet ŞENEL  <https://orcid.org/0000-0003-1918-7277>

Gönderi: 30 Nisan 2021

Kabul: 03 Haziran 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Received: April 30, 2021

Accepted: June 03, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Şenel FA. 2021. Detecting face mask using convolution neural network. BSJ Eng Sci, 4(4): 160-167.

1. Giriş

Cerrahi maske, sağlık çalışanlarının cerrahi müdahaleler sırasında kullandıkları maskelerdir. Solunum yoluyla hastalıkların bulaşmasının önüne geçmek için kullanılan bir tedbir yöntemidir. Cerrahi maske kullanan kişiler kendilerinde bulunan bir hastalığın yayılması riskini azalttıkları gibi farklı bir kişiden de hastalıkları alma risklerini azalmaktadırlar (Til, 2020). Her ne kadar

cerrahi maskeleri, isminden anlaşılacağı üzere sadece sağlık çalışanlarının takabileceği anlaşılrsa da farklı iş dallarında çalışan insanlarında zaman zaman maske takma gereksinimleri olmaktadır. Tozlu bir iş yerinde çalışan insanlar, zehirli gazların ortaya çıktığı laboratuvarlarda çalışan insanlar vb. maske takan ama sağlık çalışanı olmayan kişilere örnek verilebilir (Ediz ve ark., 2001; Göksel ve Engür, 2016; Çavuşoğlu ve ark.,



2020). Tüm bu sayılanların haricinde dünyamızdaki farklı şartların gelişmesiyle birlikte tüm insanların maske takmasının zorunlu olması da gündeme gelebilmektedir. Örnek olarak, solunum yoluyla bulaşan bir salgın hastalık zamanında herkes maske takmak zorunda kalabilir. 2019 yılının sonunda Çin'de ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 virüsü nedeniyle, neredeyse tüm ülkelerde pandemi ilan edilmiş ve salgın boyunca maske takmak zorunlu hale gelmiştir.

Tehlikeli ve hızla yayılan bir salgın hastalık karşısında ülke yönetimleri maske takmayı zorunlu tutabilmekte ve bu kurala uymayan insanlara cezai yaptırımlar uygulayabilmektedir. Tüm ülkelerde cezai yaptırımları uygulayan, denetleyen merciler kolluk kuvvetleridir. Salgın gibi bir durum zamanında denetimler kolluk kuvvetleri tarafından artırılmakta ve kurallara uymayan insanlara cezai işlemler uygulamaktadırlar. Evlerinin dışına çıkan insanların sayısı ile kolluk kuvvetlerinin sayısı kıyaslanınca, tüm insanları denetlemenin pek mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda kolluk kuvvetleri insan yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde denetim yapmakta ve harici bölgelerde yeterince denetim yapma fırsatı bulamamaktadır. Kurallara uymayan insanların tespit edilmesi ve maskesiz çıkışların engellenebilmesi için günümüz teknolojilerinden faydalanılarak kolluk kuvvetlerinin yükleri azaltılabilmektedir. Öyle ki, kolluk kuvvetlerinin denetim yapmadığı alanlarda kameralar vasıtasıyla otomatik olarak maskesiz insanların tespit edilebilmesi imkânı bulunmaktadır. Günümüzde artık kameraların bulunmadığı neredeyse hiçbir sokak kalmamıştır. Her dükkânda, her apartmanda güvenlik amacıyla kamera sistemleri bulunmaktadır. Ülkemizde her cadde ve kavşakta MOBil Elektronik Sistem Entegrasyonu (MOBESE) kamera sistemleri bulunmaktadır. MOBESE sistemlerine entegre edilecek bir sistemle, maskesiz insanların tespit edilebilmesi zor bir problem değildir (Sevinç ve Karabatak, 2019; Yıldırım ve ark., 2019).

Literatür incelendiğinde, son yılların popüler konusu olan derin öğrenme ile ilgili olarak hemen hemen tüm disiplinlerde yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Yüz tanıma, plaka tanıma gibi problemler artık standart çözülebilen problemler halini almıştır. Sağlık sektörü incelendiğinde, hastalıkların teşhisinde derin öğrenmenin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Özellikle radyolojik görüntüler üzerinden hastalık tespiti hızla artmaya devam etmektedir.

Fujima ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, radyolojik beyin görüntülerinden yola çıkarak, tehlikeli bir virüs olan papilloma virüsünü derin öğrenme yöntemi ile tespit etmeyi amaçlamışlardır. Toplamda 120 hastaya ait görüntüler kullanarak %83'lük bir başarı elde etmişlerdir. Sonuç olarak derin öğrenmenin papilloma virüsünün tespit edilmesinde yardımcı bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Dai ve ark. (2020) çalışmalarında, beyin kan damarları duvarlarında, patlayınca ölümcül risk oluşturan baloncuk şeklindeki (anevrizma) radyolojik bulguları derin öğrenme ile tespit

etmeyi amaçlamışlardır. Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntülerini kullanarak derin sinir ağlarını eğitmişlerdir. Veri setlerinde 311 adet hasta bulunmaktadır. BT görüntülerini, katman kalınlıkları 0,5mm olacak şekilde dilimler halinde işlemişlerdir. %96,7'lik bir başarı ile çalışmalarını tamamlamışlardır. Nayak ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, Manyetik Rezonans Görüntüleri kullanarak, beyindeki olası anormallikleri ve göğüs kanserinin tespiti işlemi derin öğrenme yöntemi ile tespit etmişlerdir. Beyin anormalliklerinin tespitinde iki farklı veri seti kullanmışlardır. %95 ve %96,67'lik sınıflandırma başarıları elde etmişlerdir. Göğüs kanserinin tespiti için kullandıkları veri setinde ise %94,79'luk bir sınıflandırma yüzdesi elde etmişlerdir. Bargshady ve ark. yaptıkları çalışmada hasta insanların yüz ifadelerinden yola çıkarak ağrı yoğunluğunu sınıflandırmayı amaçlamışlardır (Bargshady ve ark., 2020). UNBC-McMaster Shoulder Pain veri tabanından kullanacakları veri setini elde etmişlerdir. Kullandıkları Evrişimsel Sinir Ağları ile %98,4 eğitim, %90 test başarıları elde etmişlerdir.

Derin öğrenmenin kullanım alanları sadece sağlık sektörü ile kısıtlı değildir. Shahverdy ve ark. (2020) çalışmalarında, sürücü davranışlarının derin öğrenme ile sınıflandırılması problemini ele almışlardır. 5 farklı sınıf tanımlamışlar ve araç içine sabitlenmiş bir telefondan hareket sensörü, hız sensörlerinden verileri toplamışlardır. Bu verilere ek olarak araçlara OBD soketinden bağladıkları cihaz ile de motor RPM verisini, hız verisini ve aniden gazın kesilmesi verilerini toplamışlardır. Pencere tekniği ile verileri işleyerek derin sinir ağına eğitim için vermişlerdir. Farklı birçok derin sinir ağı modeli kullanmışlardır. En iyi test oranı %99,98 olacak şekilde bir başarı elde etmişlerdir. Dimitriou ve ark. (2020) çalışmalarında elektronik devre kartlarının onarım ve lehimleme aşamasında, fazla miktarda lehimin kullanılması ile oluşacak sorunları ortadan kaldırmak için derin öğrenme yöntemleri ile devre elemanının ve lehimlenecek yerin görüntülerini analiz eden ve kullanılması gereken lehim hacmini tahmin eden bir sistem geliştirmişlerdir. Fei ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada yüz ifadelerinden yola çıkarak duygu analizi yapan bir derin sinir ağı geliştirmişlerdir. AlexNet mimarisini kullanarak sınıflandırma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Kullandıkları veri setinden 7 farklı duyguya ait yüz resimleri bulunmaktadır. Geleneksel sınıflandırıcılar, AlexNet ve bunların kombinasyonlarını kullanarak farklı modeller elde etmişlerdir. Farklı veri setleri kullanarak geliştirdikleri modellerle en yüksek %97'lik bir başarı skoru elde etmişlerdir. Gündüz ve Cedimoğlu (2019) yaptıkları çalışmada derin öğrenme algoritmalarını kullanarak yüz resimlerinden cinsiyet tahmini işlemini gerçekleştirmişlerdir. Evrişimsel sinir ağlarının geliştirilmiş versiyonlarından olan AlexNet ve VGG16 mimarileri ile kendi geliştirdikleri modellerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak AlexNet mimarisinden daha iyi çalışan ve sonuç üreten bir mimari

geliştirmişlerdir. Doğan ve Türkoğlu (2018) yaptıkları çalışmalarında 32 sınıftan olan bitkilere ait yaprak görüntülerinden yaprakların ait olduğu sınıfı derin öğrenme ile tespit etmeyi amaçlamışlardır. Literatürde yer etmiş AlexNet, VGG16, VGG19, ResNet50, GoogleNet gibi popüler öğrenme mimarilerini kullanarak problemlerini çözmüşlerdir. %99,72'lik en yüksek doğru sınıflandırma başarısı elde ederek, problemin çözümünü gerçekleştirmişlerdir.

Derin öğrenme ve evrimsel sinir ağları ile yapılan çalışma örneklerini daha da artırmak mümkündür. Bu çalışmada, cerrahi yüz maskesi takan ve takmayan insanların evrimsel sinir ağları ile tespit edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu sistemle, kolluk kuvvetlerinin kontrolünde olan kamera sistemleri üzerinden, maske takmanın zorunlu olduğu zaman dilimlerinde, maskesiz dışarı çıkan insanların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Böylece hem kolluk kuvvetlerinin iş yükleri azaltılmış olacak hem de salgın hastalıkların yayılması gibi riskli durumların olabildiğince minimuma indirilmesi gerçekleştirilmiş olacaktır.

İnsanların taktığı cerrahi yüz maskelerinin tespit edilmesi ile ilgili olarak yapılmış çalışmalar bulunmaktadır ve bu alanda çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Jiang ve ark. (2020) RetineFaceMask ismini verdikleri bir maske tespit etme algoritması geliştirmişlerdir ve büyük bir veri seti üzerinde çalışmışlardır. Transfer Learning yöntemi ile ön eğitilmiş derin öğrenme ağını kullanmışlardır. ResNet ve MobileNet ön eğitilmiş mimarilerini kullanarak maske tespiti işlemi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada farklı olarak ön eğitilmiş bir derin öğrenme mimarisi kullanılmamıştır. Kullanılan veri seti Jiang ve ark. (2020) tarafından kullanılan veri setinden daha küçük boyuttadır. Fakat kullandıkları veri setleri incelendiğinde, bu çalışmada kullanılan veri seti ile aynı kapsama sahiptir. Bu çalışmada veri setine dahil edilen tüm maske kombinasyonları Jiang ve ark. (2020) 'nın veri setinde de bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışmada önce yüz tanıma sonra maske tespiti işlemi yapılmamış doğrudan maskenin tespiti gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve derin öğrenme mimarisi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Gerçekleştirilen çalışma da Python programlama dili 3.6 versiyonu ve Keras derin öğrenme kütüphanesi kullanılmıştır. Yapılan tüm eğitim ve test aşamaları Google Colab Tesla Grafik İşlemci Birimi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Google'ın belirli bir kısıta kadar ücretsiz olarak sunduğu bu araç ile çalışma tamamlanmıştır.

2.1. Veri Setinin Oluşturulması

Bu çalışmada özellikle pandemi dönemleri gibi yüz maskelerinin takılmasının zorunlu olduğu durumlarda, otomatik olarak maske takan ve takmayan insanların tespit edilmesi evrimsel sinir ağları kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Veri seti oluşturulurken Google arama motorunun görsel arama özelliğinden yararlanılmıştır. Arama motorundan resimler elde edilirken gerekli telif haklarına dikkat edilmiş ve telif hakkı olan resimler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Gerek Türkçe gerek İngilizce anahtar kelimeler kullanılarak hem cerrahi yüz maskesi takan insanların olduğu hem de maske takmayan insan yüzlerini içeren resimlerden veri seti oluşturulmuştur. Kullanılan anahtar kelimelerden bazıları; "Maske", "Mask", "Yüz maskesi", "Face mask", "Surgery mask", "Cerrahi maske" vb. gibidir.

Bu çalışmada, veri setinde 212 adet maskeli yüzleri içeren ve 206 adet maskesiz yüzleri içeren toplamda 418 adet resim kullanılmıştır. Veri seti oluşturulurken maskelerin farklı şekil ve renklerini içerecek şekilde resimlere yer verilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca kullanılan fotoğraflar sadece bir kişinin bulunduğu durumların haricinde birden fazla kişinin bulunduğu durumları da içermektedir. Fotoğrafta birden fazla kişi varsa hepsi maskeli veya maskesiz olan örneklerden seçilerek veri setine dahil edilmiştir. Aksi durumda aynı fotoğraf karesinde hem maskeli hem de maskesiz yüzlerin bulunduğu fotoğraflar doğal olarak sınıflandırmada hatalara yol açacaktır. Bu durumun üstesinden gelmek için, sınıflandırma işleminden önce fotoğrafta sadece bir insan olacak şekilde gerekli kırpılmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan fotoğraflarda bir veya daha fazla insan yüzü olabilmektedir. Buna ek olarak fotoğraftaki tüm insanların maskeli veya maskesiz olma kısıtı bulunmaktadır. Şekil 1 ve Şekil 2'de veri setinde bulunan maskeli ve maskesiz örnek yüz resimleri verilmiştir. Ayrıca birden fazla kişinin olduğu örnek resimler de Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 1. Örnek maskeli yüz resimleri.



Şekil 2. Örnek maskesiz yüz resimleri.



Şekil 3. Birden fazla kişinin olduğu örnek resimler.

2.2. Veri Setinin Genişletilmesi

Evrimsel sinir ağlarının kullanıldığı çalışmalarda, kullanılan ağı öğrenme başarısının artırılması için

eğitim aşamasında girdi resimlerinin olabildiğince çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Aksi halde eğitim verisini çok iyi öğrenen bir ağ mimarisi elde edilirken test verisi üzerinden istenen sonuçlar elde edilmeyebilmektedir. Bu nedenle eğitim aşamasında kullanılan veri seti üzerinde ölçekleme, döndürme, kaydırma, yansımaları alma ve burkma gibi özellikler kullanılarak veri setinin çeşitlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Eğitim işlemi boyunca Keras derin öğrenme kütüphanesinin ImageDataGenerator aracı kullanılarak eğitim verileri genişletilmiştir. Şekil 4'te veri seti genişletilirken elde edilen örnek resimler gösterilmiştir.



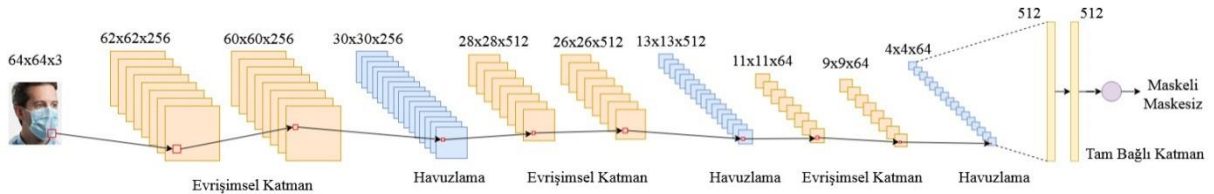
Şekil 4. Veri seti genişletme sonucunda elde edilen örnek çıktılar.

2.3. Evrişimsel Sinir Ağı

Bu çalışmada sekiz katmanlı bir evrişimsel sinir ağı mimarisi kullanılmıştır. Her iki evrişimsel katmanından sonra bir adet havuzlama katmanı eklenmiştir. Literatür incelendiğinde evrişimsel katmanlarından sonra havuzlama katmanının kullanılmasının eğitim aşamasını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Her bir evrişimsel katmandan sonra bir havuzlama katmanı kullanılabilir gibi her iki evrişimsel katmandan sonra bir adet havuzlama katmanının kullanılması da genel olarak kabul görmektedir (Chollet, 2018). Evrişimsel katmanlardan sonra düzleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Düzleştirme işleminden sonra iki adet tam bağlı katman kullanılmış ve çıktı katmanına ulaşılmıştır. Tablo 1'de kullanılan mimari katmanları ve nöron sayıları verilmiştir. Ayrıca Şekil 5'te kullanılan mimari görsel olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada ele alınan problemin çıktısı ikili problem sınıfında yer almaktadır (Chollet, 2018). Bu nedenle eğitim ve test veri setleri ikili (binary) sınıflandırılarak çıktı katmanında aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid seçilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan evrişimsel sinir ağı mimarisi

Katman	Katman	Nöron Sayısı	Filtre Boyutu	Aktivasyon Fonksiyonu
1	Evrişimsel Katman	256	3x3	Relu
2	Evrişimsel Katman	256	3x3	Relu
	Maksimum Havuzlama		2x2	
3	Evrişimsel Katman	512	3x3	Relu
4	Evrişimsel Katman	512	3x3	Relu
	Maksimum Havuzlama		2x2	
5	Evrişimsel Katman	64	3x3	Relu
6	Evrişimsel Katman	64	3x3	Relu
	Maksimum Havuzlama		2x2	
	Düzleştirme İşlemi			
7	Tam bağlı katman	512		Relu
8	Tam bağlı katman	512		Relu
Çıktı	Tam bağlı katman	1		Sigmoid



Şekil 5. Kullanılan evrişimsel sinir ağı mimarisi.

Tablo 1'de verilen mimari hiper parametre optimizasyonu ile elde edilen ve ele alınan problemde en iyi sınıflandırma sonucunun alınabildiği derin öğrenme mimarisidir. Hiper parametre optimizasyonu yapılırken eğitim aşamasındaki iterasyon sayısı, ağırlık güncelleme işlemi yapması için işleme alacağı resim sayısını belirten batch büyüklüğü, girdi resminin çözünürlüğü ve son olarak öğrenme katsayısı parametreleri ele alınmıştır. Tablo 2'de hiper parametre için kullanılan değerler ve optimum değerler gösterilmiştir. Tablo 3'te ise, Tablo 1'de ifade edilen

katman sayısı ve nöron sayılarının farklı bazı değerleri için elde edilen doğruluk yüzdeleri verilmiştir. Eğitim işleminde kayıp fonksiyonu olarak Ortalama Karesel Hata (OKH) ve ağırlık güncellemeleri optimizasyonu için "Adam" yöntemi kullanılmıştır. OKH hesabı eşitlik 1'de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$OKH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2 \quad (1)$$

Burada, y_i gerçek sınıf etiketini ifade ederken, \tilde{y}_i tahmin edilen sınıf etiketini temsil etmektedir.

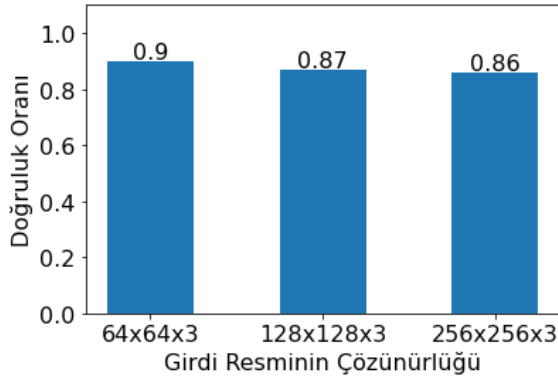
Tablo 2. Hiper parametre ayarlanırken kullanılan değerler

Parametreler	Değerler	Optimum Değer
İterasyon Sayısı	30, 50, 150, 250	50
Batch Büyüklüğü	1, 2, 4, 8, 16, 32	16
Resim Çözünürlüğü	64x64x3, 128x128x3, 256x256x3	64x64x3
Öğrenme Katsayısı	1e-01, 1e-02, 1e-03, 1e-04, 1e-05, 1e-06	1,00e-05

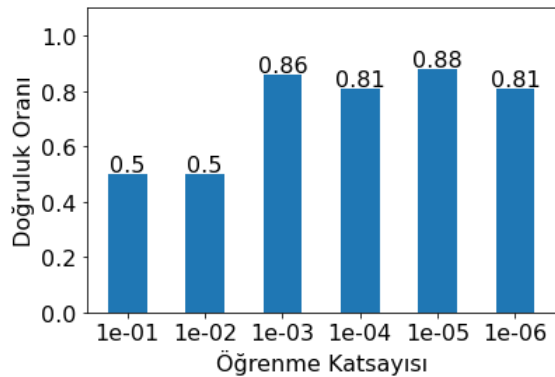
Tablo 3. Örnek farklı katman ve nöron sayıları için elde edilen doğruluk yüzdeleri

Katmanlardaki Nöron Sayıları	Katman Sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
256, 256, 512, 512, 64, 64, 512, 512	8	95
256, 256, 512, 512, 256, 256, 256, 256	8	93
32, 32, 128, 128, 64, 64, 32, 32	8	88
64, 64, 256, 256, 256, 256	6	85
512, 512, 128, 128	4	84

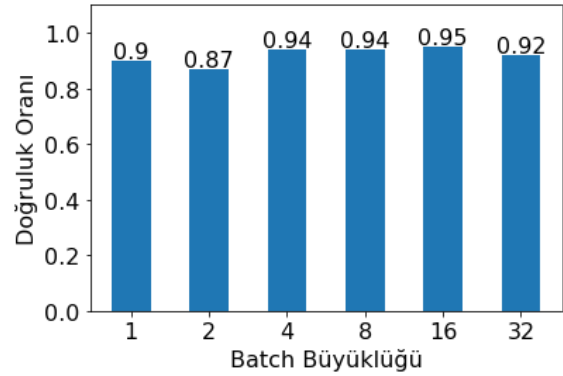
Şekil 6, 7 ve 8'de sırasıyla girdi resminin çözünürlüğünün farklı değerleri, öğrenme katsayısı ve batch büyüklüğü ve için elde edilen test sonuçları verilmiştir



Şekil 6. Girdi resmi çözünürlüğünün sınıflandırma başarısına olan etkisi.



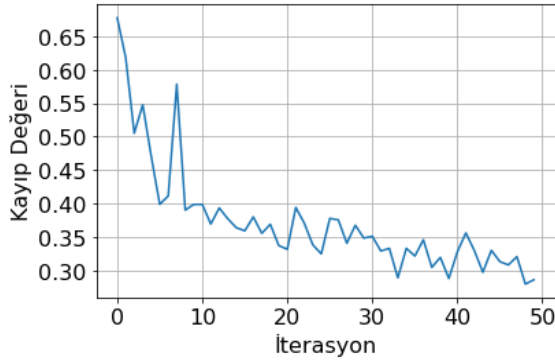
Şekil 7. Öğrenme katsayısının sınıflandırma başarısına olan etkisi.



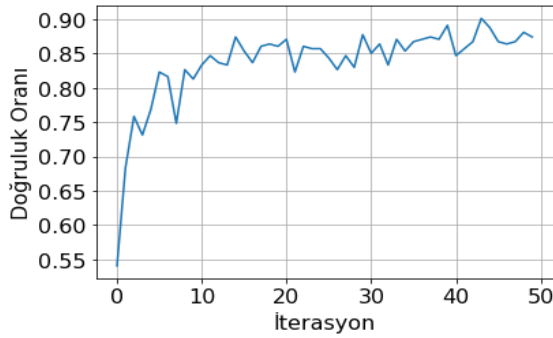
Şekil 8. Batch büyüklüğünün sınıflandırma başarısına olan etkisi.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada özellikle pandemi dönemlerinde takılması zorunlu tutulan yüz maskelerinin evrimsel sinir ağları kullanılarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu işlem için Bölüm 2.1'de anlatılan toplamda 418 adet görüntü kullanılmıştır. Bu görüntülerden 63 tane maskeli, 61 tane maskesiz olmak üzere toplam 124 tanesi test işlemi için geriye kalanlar ise eğitim işlemi için ayrılmıştır. Böylece Eğitim-Test oranı %70-%30 olarak seçilmiştir. Eğitim işlemi boyunca Keras derin öğrenme kütüphanesinin ImageDataGenerator aracı kullanılarak eğitim verileri genişletilmiştir. Şekil 9'da eğitim işlemi boyunca kayıp fonksiyonunun azalma grafiği ve Şekil 10'da ise sınıflandırma işleminin doğruluk oranının başarı grafiği verilmiştir. Yapılan eğitim işlemi sonucunda test veri seti ile 0.95'lik bir başarı oranı elde edilmiştir.



Şekil 9. Kayıp fonksiyonunun eğitim boyunca değişimi.



Şekil 10. Doğruluk oranının eğitim boyunca değişimi.

Eşitlik 2, 3, 4 ve 5'te bu çalışmada evrişimsel sinir ağı modelinin başarısının ölçüldüğü metrikler verilmiştir. Tablo 4'te ise denklemlerde kullanılan kısaltmaların açıklamasına yer verilmiştir.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{DP}{DP + YN} \quad (2)$$

$$\text{Kesinlik} = \frac{DP}{DP + YP} \quad (3)$$

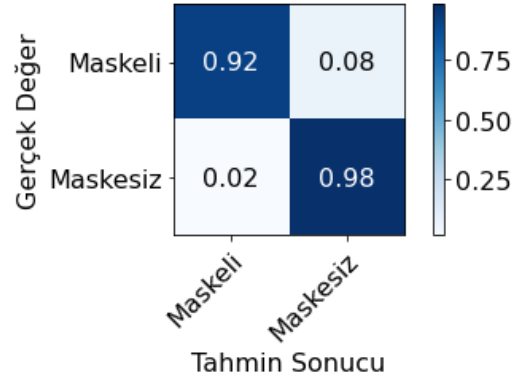
$$F_1 - \text{skoru} = 2 * \frac{\text{Duyarlılık} * \text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}} \quad (4)$$

$$\text{Doğruluk Oranı} = \frac{DP + DN}{DP + DN + YP + YN} \quad (5)$$

Tablo 4. Denklemlerde kullanılan kısaltmaların açıklaması

Gerçek	Tahmin	Kısaltma
Pozitif	Pozitif	DP (Doğru Pozitif)
Negatif	Pozitif	YP (Yanlış Pozitif)
Pozitif	Negatif	YN (Yanlış Negatif)
Negatif	Negatif	DN (Doğru Negatif)

Tablo 5'te eğitilen evrişimsel sinir ağının test işlemi sonucunda elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Şekil 11'de ise hata matrisi gösterilmiştir.

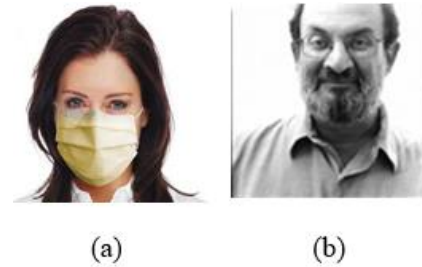


Şekil 11. Sınıflandırma sonucu hata matrisi.

Tablo 5. Evrişimsel sinir ağı modelinin test sonuçları

Sınıf	Maskeli	Maskesiz
Duyarlılık	0,92	0,98
Kesinlik	0,98	0,92
F ₁ - skor	0,95	0,95
Doğruluk Oranı	0,92	0,98

Tablo 5 incelendiğinde maskesiz yüzlerin sınıflandırılmasında modelin daha başarılı olduğu görülmektedir. Maskesiz yüzlerin açık net olduğu için daha yüksek bir doğruluk yüzdesi elde edilebileceği öngörülmektedir. Maskeli yüzlerin sınıflandırılmasında ise daha düşük bir yüzde ile başarı elde edilmiştir. Çünkü kullanılan maskelerin renkleri ile ten renkleri arasında yeterince farklılık yoksa sistem yanlış sınıflandırmaktadır. Şekil 12'de yanlış sınıflandırma işlemine ait örnek fotoğraflar verilmiştir. Bu durumlar dikkate alındığında sınıflandırma işleminde olası hatalar öngörülebilmektedir. Sonuç olarak, sınıflandırma başarısı, ortalama 0.95'lik doğruluk oranı yani %95'lik bir doğruluk yüzdesi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12. Yanlış sınıflandırılan örnekler (a) Maskeli iken maskesiz olarak sınıflandırılan örnek (b) Maskesiz iken maskeli olarak sınıflandırılan örnek.

Şekil 12 incelendiğinde, maskeli olup da maskesiz olarak sınıflandırılan örnek fotoğrafta (Şekil 12.a), maske renginin ten rengine yakın olması nedeniyle, sistem yeterince farkı anlayamamış ve sınıflandırma işleminde hata yapmıştır. Maske renginin ten renginden belirgin bir şekilde ayrışması doğruluk yüzdesini artırmaktadır. Şekil 12.b'de ise maskesiz bir yüz yanlışlıkla maskeli olarak

sınıflandırılmıştır. Fotoğrafa dikkat edilirse siyah beyaz olması nedeniyle yanlış sınıflandırma işleminin gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Şekil 12.a'da belirttiği gibi, ten rengi ile maske rengi arasında belirgin bir fark oluşmadığı durumda sistem yanlış sınıflandırmalar yapabilmektedir. Gerçek hayatta siyah beyaz fotoğraflar olmayacağı ve renkli fotoğraflarla çalışılacağı için özellikle maskesiz yüzlerin %100 doğrulukla tespit edilebileceği anlaşılmıştır. Çünkü veri setine, öğrenmenin daha iyi gerçekleşebilmesi için siyah beyaz fotoğraf eklenmiş ve yapılan test işleminde siyah beyaz fotoğraf haricindeki tüm renkli maskesiz yüzlerin doğru sınıflandırıldığı görülmüştür. Deneysel sonuçlardan da anlaşıldığı üzere maskesiz yüzlerin sınıflandırılması işleminde çok daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Maskeli yüz fotoğraflarında ise, maske rengi ile ten rengi ayrımı yeterince belirgin değilse hatalar meydana gelmektedir. Bu açıdan incelendiğinde, sistemin maskeli yüzleri sınıflandırma becerisinin iyileştirilmeye ihtiyacı olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü maske ile yüz ten rengi yakın tonlarda ise, geliştirilen model görüntüdeki sınır geçişlerini ayırt etmekte zorlanmaktadır. Dolayısıyla maske tespitinde zorlanmaktadır. Bu duruma bir çözüm önerisi olarak, geliştirilen modelin eğitim aşamasında, yüz ten rengine yakın örneklerin ağı verilmesi ile eğitim işleminin pekiştirilmesi çözümü sunulabilir. Böylece geliştirilen model, çok daha iyi öğrenme gerçekleştirecek ve ağız bölgesine odaklanması gerektiğini öğrenecektir. Ağız bölgesi net olarak anlaşılamayan yüzlerde maske olma ihtimalinin yüksek olduğunu öğrenecektir. Yukarıdaki başarı sonuçlarına ek olarak, bu çalışmada kullanılan fotoğrafların bazı kısıt ve serbestlikleri bulunmaktadır. Geliştirilen sistem, bir fotoğrafta birden fazla insan olsa da başarılı bir şekilde çalışmaktadır. Birden fazla insan olduğu durumlarda, tüm insanların maskeli veya tümünün maskesiz olması zorunluluğu bulunmaktadır. Bu durum, bu çalışmada bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğer bir fotoğrafta hem maskeli hem de maskesiz yüzler bulunursa, bu sistem doğru çalışmayacaktır. Bu sorunu çözmek için, kullanılacak olan fotoğraflar ilk olarak bir ön işlemde geçerek, her fotoğraftaki insan sayısı tek olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu çalışmanın konusu maske tanıma olduğu için, böyle bir ön işlem ile çalışılmamıştır. Kullanılan tüm fotoğraflardaki insanların tamamının maskeli veya tamamının maskesiz olduğu durum dikkate alınarak bu sistem geliştirilmiştir.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışmada, pandemi dönemi gibi bulaşıcı hastalıkların olduğu dönemlerde, yüz maskesi takmanın zorunlu olduğu ve bu zorunluluğu kontrol edebilecek otomatik bir maske tespit sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem, var olan yüz tanıma sistemlerine entegre olarak çalışabilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, fotoğraflarda, insan yüzlerinin bulunduğu bölgelerin taranması gibi işlemler bu çalışmaya dâhil edilmemiştir. Böylece denetimlerin bütünüyle insan eliyle değil

kameralar vasıtasıyla teknolojinin imkânlarından yararlanabilmesi sağlanmıştır. Günümüz yapay zekâ teknolojilerinin birçok alanda kullanılabilir olmasıyla birlikte yüz maskesi tespiti işleminde de kullanılabilir olduğu bu çalışma ile gösterilmiştir. Bu çalışmanın devamı olarak kalabalık ortamlara ait insan görüntülerinin kullanıldığı ve hem maske kullanım durumu hem de sosyal mesafelerin korunup korunmadığının tespitinin evrimsel sinir ağları kullanılarak gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Pandemi dönemlerinde maskesiz insanların tek başlarına gezmesi yayılım riskini daha aza indirmektedir. Ancak maskesiz olup hem de diğer insanlara yakın mesafede bulunan insanlar büyük riskler taşımaktadır. Bu nedenle bir sonraki çalışmada maske kullanım durumu ile sosyal mesafelerin korunup korunmadığı durumunun da otomatik bir sistem tarafından tespit edilmesi planlanmaktadır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm işlemler eserin tek yazarı tarafından yapılmıştır.

Çatışma Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Bargshady G, Zhou X, Deo RC, Soar J, Whittaker F, Wang H. 2020. Enhanced deep learning algorithm development to detect pain intensity from facial expression images. *Expert Syst App*, 149: 113305. DOI: 10.1016/j.eswa.2020.113305.
- Chollet F. 2018. *Deep Learning with Python*. Simon & Schuster, NY, USA, 1th ed., pp: 384.
- Çavuşoğlu İ, Hatun EKTİ, Güvendi A, Gökcan A, Demir H. 2020. Bir yeraltı altın madeninde kişisel koruyucu donanımlar için risk değerlendirilmesi. *Yerbilimleri*, 41(1): 100-113.
- Dai X, Huang L, Qian Y, Xia S, Chong W, Liu J, Di Leva A, Hou X, Ou C. 2020. Deep learning for automated cerebral aneurysm detection on computed tomography images. *Int J Comp Assis Radiol and Surg*, 15(4): 715-723.
- Dimitriou N, Leontaris L, Vafeiadis T, Ioannidis DI, Wotherspoon T, Tinker G, Tzovaras D. 2020. Fault diagnosis in microelectronics attachment via deep learning analysis of 3-D laser scans. *IEEE Trans on Indust Electr*, 67(7): 5748-5757.
- Doğan F, Türkoğlu İ. 2018. Derin öğrenme algoritmalarının yaprak sınıflandırma başarımlarının karşılaştırılması. *Sakarya Univer J Comp and Inf Sci*, 1(1): 10-21.
- Ediz İG, Yuvka Ş, Beyhan S, Çolpan R. 2001. GLİ Tunçbilek-Ömerler bölgesinde mekanize üretimde toz sorunu. *Türkiye 17 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi-TUMAKS*, 19-22 Haziran, Ankara, Türkiye, pp. 169-176.
- Fei Z, Yang E, Li DDU, Butler S, Ijomah W, Li X, Zhou H. 2020. Deep convolution network based emotion analysis towards mental health care. *Neurocomputing*, 388: 212-227. DOI: 10.1016/j.neucom.2020.01.034.
- Fujima N, Andreu-Arasa VC, Meibom SK, Mercier GA, Truong MT, Sakai O. 2020. Prediction of the human papillomavirus status in patients with oropharyngeal squamous cell carcinoma by FDG-PET imaging dataset using deep learning analysis: A hypothesis-generating study. *European J Radiol*, 126: 108936. DOI: 10.1016/j.ejrad.2020.108936.

- Göksel ULAY, Engür MO. 2016. Bir mobilya işletmesinde iş güvenliği uygulamaları ve bunların işletmeye maliyeti. Selçuk-Teknik Derg, 2016: 1260-1274.
- Gündüz G, Cedimoğlu İH. 2019. Derin öğrenme algoritmalarını kullanarak görüntüden cinsiyet tahmini. Sakarya Univ J Comp and Inf Sci, 2(1): 9-17.
- Jiang M, Fan X, Yan H. 2020. Retinamask: A face mask detector. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.03950> (erişim tarihi: 05 Mart 2021)
- Nayak DR, Dash R, Majhi B, Pachori RB, Zhang Y. 2020. A deep stacked random vector functional link network autoencoder for diagnosis of brain abnormalities and breast cancer. Biomedical Signal Proces and Cont, 58: 101860. DOI: 10.1016/j.bspc.2020.101860.
- Sevinç AY, Karabatak M. 2019. A Target tracking application on mobese videos. In 2019 7th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS) (pp. 1-5). IEEE.
- Shahverdy M, Fathy M, Berangi R, Sabokrou M. 2020. Driver behavior detection and classification using deep convolutional neural networks. Expert Sys with App, 149: 113240. DOI: 10.1016/j.eswa.2020.113240.
- Til UDA. 2020. Yeni Koronavirüs hastalığı Hakkında bilinmesi gerekenler. Ayrıntı Derg, 8(85): 53-57.
- Yıldırım ZB, Özdemir BE, Eren E. 2019. Trafikteki araç sayımlarının farklı görüntü işleme teknikleri kullanılarak karşılaştırılması. In: Proceedings of the 2nd Int Congress on Engineering and Architecture, 22-24 April 2019, Marmaris, Turkey, pp. 242-248.



GIDA PAKETLEME MAKİNELERİNİN KULLANIM RİSKLERİNİN HRNS METHODU VE FMEA YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Tuğçe ORAL^{1*}, Semra BAYHUN²

¹Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34452, İstanbul, Türkiye

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı, 34220, İstanbul, Türkiye

Özet: İnsan yaşamının sürdürülebilmesi için temel gereksinimlerden biri olan gıda ihtiyacının herkes tarafından erişilebilir olması ve çıkan ürünlerin tüketici ile güvenli şekilde buluşturulmasını sağlamak için ambalajlanması sektör içerisinde farklı bir üretim hattı oluşturmuştur. Bu çalışma ile örnek bir gıda ürünleri imalatı fabrikasında iş kazalarının gerçekleşme oranlarına göre değerlendirilmiş ve en fazla iş kazasının yaşandığı hattın 'paketleme' olması nedeniyle işin gereği kullanılan makinelerin gerek tasarım, gerek kullanım eksikliklerinin tespit edilerek iyileştirmeye yönelik karşılaştırmalı risk değerlendirme yöntemlerinden faydalanılmıştır. Araştırmada örnek bir gıda ürünleri imalatı fabrikasında 2018 yılında gerçekleşen 128 iş kazası raporları incelenmiştir. Yaşanan iş kazası verileri sektöre ait çalışan güvenliği ve sağlığı tedbirlerinin uygulanmasında bazı aksaklıklar olduğunu somut bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu nedenle paketleme makinelerinin kullanım risklerinin tespit edilmesi ve değerlendirilmesinde araştırma yöntemi olarak HRNS ve FMEA risk değerlendirme metodlarından faydalanılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarına göre makinelere yönelik detaylı risk değerlendirmesi yapabilmeyi sağlayan HRNS Metodu ile makine üreticilerine tasarım açısından referans alınabilecek çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Gıda ürünleri imalatı, FMEA risk değerlendirmesi, HRNS metodu, Yatay ve dikey paketleme


Comparison of the Use Risks of Food Packaging Machines with the HRNS Method and FMEA Method


Abstract: The fact that the food need, which is one of the basic requirements for the continuation of human life, is accessible to everyone, and the packaging of the products in order to ensure that the products are brought together with the consumer in a safe manner, has created a different production line in the sector. In this study, a sample food product manufacturing plant was evaluated according to the realization rates of work accidents, and since the line with the highest number of work accidents is 'packaging', the design and usage deficiencies of the machines used as a requirement of the job were determined and comparative risk assessment methods were used for improvement. In the research, 128 occupational accident reports that took place in 2018 in a sample food products manufacturing factory were examined. Occupational accident data concretely reveals that there are some problems in the implementation of the employee safety and health measures of the sector. For this reason, HRNS and FMEA risk assessment methods were used as research methods in determining and evaluating the risks of using packaging machines and the results were compared. With the HRNS Method, which enables detailed risk assessment for machines according to comparison results, machine manufacturers are presented with solutions that can be taken as reference in terms of design.

Keywords: Food products manufacturing, FMEA risk assessment, HRNS method, Horizontal and vertical packaging

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34452, İstanbul, Türkiye

E mail: tgcmymz@gmail.com (T. ORAL)

Tuğçe ORAL  <https://orcid.org/0000-0003-1795-1550>

Semra BAYHUN  <https://orcid.org/0000-0001-8890-8248>

Gönderi: 07 Haziran 2021

Received: June 07, 2021

Kabul: 24 Haziran 2021

Accepted: June 24, 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Oral T, Bayhun S. 2021. Comparison of the use risks of food packaging machines with the HRNS method and FMEA method. BSJ Eng Sci, 4(4): 168-178.

1. Giriş

İnsanların temel enerji gereksinimlerini ve yaşamını sağlıklı sürdürebilmesinin temel kaynağı olan 'gıda' insan yaşamının her döneminde en önemli ihtiyaçlarından biri olmuştur. Tarla da başlayan sebze veya meyve üretim sürecinin tüketiciyle buluşması için aracılık yapan gıda imalat firmaları ürünlerin besin değerlerini, tazeliğini ve doğallığını koruması amacıyla teknolojik alt yapılardan faydalanarak hizmet veren gıda sektör bileşenleridir.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yayınlanan en güncel veriler incelendiğinde toplam 1.133.659 sigortalı çalışana istihdam imkânı sağlaması dinamik bir sektör olduğunu göstermektedir (SGK, 2018). Güncel yıla ait

SGK verilerine bakıldığında yiyecek-içecek hizmeti faaliyetleri, içecek imalatı, tütün ürünleri imalatı ve gıda ürünleri imalatında çalışan sigortalılar arasında toplam 45.819 kişinin iş kazası geçirdiği ve toplam 19 kişinin meslek hastalığına yakalanmıştır (SGK, 2018). Bu durum gıda ürünleri imalatında çalışan her 100 kişide 6 kişinin iş kazası geçirmiş olduğunu göstermektedir. Bu durum çalışan güvenliği ve sağlığı tedbirlerinin uygulanmasında bazı aksaklıklar olduğunu somut bir şekilde ortaya koymaktadır.

Çalışmada bir gıda üretim fabrikası örnek alınmıştır. Gıda üretim fabrikasında 2018 yılında gerçekleşen 128 iş kazası verileri değerlendirilerek, iş kazalarının nedenleri



araştırılmıştır. Aynı yıl içerisinde Ocak ve Haziran ayları arasında gerçekleşen iş kazası raporlarında 44 çalışanın bedenlen zarar görmesi, çalışma ortamına yönelik İSG tedbirlerinin uygulanmasında, üretim süreçlerinin kesintisiz işletilmek istenmesi ve yönetsel faktörler nedeniyle somut eksiklikler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle reaktif yöntemle yaklaşarak, sonrasında zincirleme iş kazalarının gerçekleşmemesi hedeflenmektedir. İş kazalarının büyük çoğunluğunun çalışma sahasındaki tehlikeli durum ve tehlikeli hareket bileşkesi olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı gıda üretim fabrikasında; yumuşak şeker üretimi, sakız üretimi ve paketleme olmak üzere üç farklı hat bulunmaktadır. Tüm hatlarda gerçekleşen iş kazası tutanakları incelendiğinde yaşanan en fazla iş kazasının paketleme hattında gerçekleştiği Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. İş Kazalarının yaşandığı makineler.

İş kazaları gerçekleşme oranlarına göre değerlendirildiğinde en fazla iş kazasının yaşandığı hattın 'paketleme' olması nedeniyle işin gereği kullanılan makinelerin gerek tasarımı, gerek kullanım eksikliklerinin tespit edilerek iyileştirmeye yönelik karşılaştırmalı risk değerlendirme yöntemlerinden faydalanılmıştır.

1.1. Gıda Paketleme Yöntemleri

Gıda ürünlerinin raf ömrünün uzatılması ve tüketicilere güvenli ulaşımının sağlanmasında gıda ambalajları büyük önem arz etmektedir (Alamri ve ark., 2021). Gıda endüstrisinde ürünlerin ambalajlanmasında; modifiye atmosfer paketleme (MAP), aktif/akıllı paketleme sistemi ve vakum ambalajlama yöntemi olmak üzere 3 farklı yöntem bulunmaktadır (Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

1.1.1. Modifiye atmosfer paketleme yöntemi (MAP)

Paketlenen gıda ürününü çevreleyen gazlı atmosferin gıdanın korunmasında güvenilir bir seviyede tutan ve stabil bir gaz bariyeri ile ambalaj malzemelerini ve formatları kullanan, ürün daha uzun süre depolanmasını sağlayan paketleme sistemi olarak tanımlanmaktadır (Embleni, 2013; Kartal ve ark., 2010). Özellikle taze sebze ve meyve gibi ürünlerin raf ömrünün uzatılmasında kullanılmaktadır (Erding ve Acar, 1996; Fişekci, 2013; Öz ve Süfer, 2013; Bal, 2016; Karagöz ve Demirdöven, 2017).

1.1.2. Aktif/akıllı paketleme Sistemi

Ambalajlanan gıdaların özellikleri hakkında bilgi veren ambalajlama tekniği akıllı paketleme sistemi olarak tanımlanmaktadır (Dobrucka, 2013). Aktif ambalajlama sistemi ise gıdanın bozulmasını yavaşlatıcı ve raf ömrünü uzatıcı şekilde ortamın ayarlanması olarak

tanımlanmaktadır (Bağdatlı ve Kayaardı, 2010; Üçüncü, 2011).

1.1.3. Vakum ambalajlama yöntemi

Gıdanın oksijenle temasının azaltılması amacıyla, ambalaj içerisindeki oksijen seviyesinin minimuma indirilerek gıdanın raf ömrünü uzatılmasını sağlayan paketleme yöntemidir (Hecer, 2012). Gıda ürünlerinin ambalajlanmasında sıklıkla tercih edilmektedir (Akkaya ve ark., 2017). Vakum ambalajlama yönteminde yaygın olarak kullanılan paketleme makinelerinin, yatay ve dikey paketleme olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır (Yatay Flowpack Paketleme Makinaları, 2021).

Yatay Paketleme makinesi, işlenmiş hacimli gıdaların seri olarak ambalajlanarak sağlıklı ve güvenli şekilde muhafaza edilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Yatay paketleme makineleri ürünlerin boyutlarına bağlı olarak dakikada ortalama 20- 200 adet arasında ambalajlama kapasitesine sahip olmakla beraber, manuel çalışma prensibine sahiptir (Yatay Flowpack Paketleme Makinaları, 2021).

Dikey Paketleme makinesi, genellikle toz veya parçacıklı yapıda olan pirinç, şeker, un veya diğer bakliyat ürünlerini paketlemek için kullanılmaktadır (Dikey Paketleme Makineleri, 2021). Dikey paketleme makineleri hedeflenen paket ağırlıklarına göre dakikada 5-50 adet ambalajlama kapasitesine sahiptir (Dikey Paketleme Makineleri, 2021).

Bu çalışma ile örnek bir gıda üretim fabrikasında; gıda imalatı ve ambalajlanmasında kullanılan yatay ve dikey paketleme makinelerinde meydana gelen iş kazalarının nedenleri Hazard Rating Number System (HRNS) Metodu ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Metodu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan karşılaştırma ile makine kullanımında karşılaşılabilecek risklerin tespit edilmesi ve buna yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. Ek olarak, sunulan çözüm önerilerinin sürekliliğinin sağlanması için makine emniyeti ile ilgili olarak özelliklerinin geliştirilmesi konusunda durum tespitleri yapılmaya çalışılmıştır. Araştırma da iş sağlığı ve güvenliği açısından önleyici ve sınırlandırıcı tedbirleri belirlemede en sık kullanılan yöntemlerden biri olan FMEA Metodu ile mevcut tehlikeler tespit edilirken, makinelerin tasarım eksiklikleri veya ürün özelliklerinin geliştirilmesinde üretici firmaya ve sektör işverenlerine mühendislik önlemleri almasında rehber olması açısından HRNS Metodu ile çözüm önerileri sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

6331 sayılı İSG Kanunu 'na göre gerçekleşen iş kazalarının derecesi ne olursa olsun kayıt altına alınma zorunluluğu bulunmaktadır ve işveren çalışanlarının iyilik hallerinin sağlanması, dolaylı olarak da işin sürdürülebilmesi için kaza nedenlerini araştırmak ve gerekli tedbirleri yerine getirmekle yükümlüdür. Bu nedenle çalışmaya konu olan fabrikada paketleme sürecinde altı aylık zaman dilimi içinde gerçekleşen toplam 128 adet iş kazası raporları incelenmiş ve önleyici tedbirler belirlenmiştir.

Reaktif yaklaşımla iş kazalarının gerçekleşmemesi amacıyla iş akışında yapılan incelemelerde kazaların gerçekleşmesine neden olan en önemli tehlikeli durum ve hareket nitel olarak Tablo 1’de tespit edilmiştir. Elde edilen nitel veriler FMEA Metodu ve HRNS Metodu uygulamasına kaynak olmaktadır. Böylece oluşabilecek risklerin sayısal olarak derecelendirilmesi ile alınacak önlemlerin öncelik sıralamasını belirleyici olmaktadır.

2.1. Gıda Ürünleri Paketlemesinde Kullanılan Dikey Paketleme Makinesindeki Tehlikeler

Paketleme Makinesi ait tehlikelerin tespit edilmesi için dört kırınım noktası belirlenmiştir. Bunlar; mekanik tehlikeler, elektriksel tehlikeler, çalışan sağlığına etki eden tehlikeler ve organizasyonel tehlikelerdir. Bu kırınım noktalarına bağlı olarak 9 adet faaliyet alanı ve bu faaliyetlere ait tehlikelerin detayları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Dikey paketleme makinesinde tasarım, kullanım ve bakımdan kaynaklı faaliyetlere ait tehlikeler

Tehlike Grubu	Faaliyet	Faaliyete Ait Tehlike
Mekanik Tehlikeler	Paketleme Makinesinin Tehlikeli Bölgesine El İle Müdahalede Bulunma	Makine operasyon bölgesine paketleme malzemesinin sıkışması nedeni ile makine durdurulmadan çalışanların el ile müdahalede bulunması sonucu oluşan (Elin yüksek ısı ile paketin yapışmasını sağlayan noktaya temas etmesi) tehlikedir.
	Paketleme Makinesine Ait Koruyucuların Manipülasyona Uğraması	Makine üzerinde yapılan bakım ve onarım çalışmaları sonucunda makine koruyucuların sökülüp tekrar takılması sonrası koruyucuların koruma fonksiyonlarının yeterliliğini yitirmesi sonucu oluşan tehlikedir.
	Paketleme Makinesine Yardımcı Ekipmanı Çok Kefeli Terazilere Ürün Yapışması Sonucu El İle Müdahale	Paketlenecek gıda ürünlerinin gramajlarının belirlendiği paketleme makinesinin yardımcı ekipmanları olan çok kefeli terazilere ürün yapışması sonucu bu noktalara el ile müdahale edilmesinden ötürü ürünlerin taşınmasını sağlayan taşıma bantlarına çalışanlarının el ve parmaklarının sıkışması sonucu oluşan tehlikedir.
Elektriksel Tehlikeler	Bobin (>20kg) Değişirme İşleminin Çalışanlar Tarafından Ekipman Desteği Olmadan Gerçekleştirilmesi	Minimum ağırlığı 20 kg olan bobinlerin değişimi esnasında çalışanların bobini düşürmesi sonucu meydana gelen tehlikedir.
	Paketleme Makinesi Elektrik Pano Kapaklarının Açık Olması	Makineye ait elektrik panolarının makine operatörleri tarafından kilitleme yapılmaması sonucu panolara tüm çalışanların müdahale etmesi nedeniyle oluşan tehlikedir.
Çalışan Sağlığına Etki Eden Tehlikeler	Paketleme Makinesinin Gürültülü Çalışması	Çalışma ortamına ait gürültü düzeyinin yüksek olması nedeniyle çalışan sağlığının olumsuz etkilenmesi sonucu oluşan tehlikedir.
	Tekrarlayıcı Çalışmalar Yapılması	Paketleme ürünlerinin kolilenmesi işlerindeki dikkat isteyen tekrarlayıcı işlerin stres etkisini artırması sonucu oluşan tehlikedir.
	Paketleme Makinesi Besleme Elevatörü Noktasında Kasa Kaldırma ve Boşaltma İşlemlerinin Yapılması	Paketleme makinesine ürün beslemesi sırasında çalışanların kaldırma ve boşaltma işlerini yapması sonucu kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının oluşumuna neden olan tehlikedir.
Organizasyonel Tehlikeler	Makine Operatörlük Eğitimi Bulunmayan Kişilerin Makineye Müdahalesi	Makine operatörlük eğitimi olmayan genel üretim çalışanlarının makinelere müdahale etmeleri sonucu oluşan tehlikedir.

Dikey paketleme makinesinde tespit edilen söz konusu tehlikeler Olası Hata Analizi (FMEA) ve Hazard Rating Number System (HRNS) metodlarında değerlendirilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılarak detaylı bir risk değerlendirmesi yapılmıştır.

2.2. Hazard Rating Number System (HRNS) Metodu

Benzer bir çalışma olarak, çok tehlikeli sınıfta yer alan ‘Geri Dönüşüm Sanayii’ nde uzuv kayıplı kazaların en sık yaşandığı plastik kırma makinelerinde karşılaşılan riskler

FMEA, Ön Tehlike Analizi, HRNS Metodu kullanılarak değerlendirilmiş ve 7 adet başlıca tehlike unsuru tespit edilmiştir. Tehlikelerin ortadan kaldırılması amacıyla üretici firmaya tasarım önerileri sunulmaktadır (Yalman ve Akata, 2019). Kısaca, HRNS Metodu uygulama yaklaşımı ile gerçekleşen iş kazalarının orijinine inilerek detaylı tespitler sağlamaktadır.

HRNS Metoduna göre Olayın Meydana Gelme Olasılığı, Tehlikeli Bölgede Bulunma Sıklığı, Olası Yaralanma

Şiddeti ve Risk Altında Bulunan Kişi Sayı gibi parametreler etkili olup, bu verilere ait sayısal değerler Risk Derecelendirme Numarasını vermektedir. Risk Skoru (HRN) Şekil 2’de verilen olayın meydana gelme olasılığı (OO), tehlike bölgede bulunma sıklığı (TS), yaralanma şiddeti (YŞ) ve risk altında kalan kişi sayısı (KS) gibi verilere karşılık gelen skorların çarpılmasıyla belirlenmektedir ve risk skorlarının değerine göre riskin önem derecesi saptanmaktadır. Hazard Rating Number System (HRNS) Metoduna göre risklere ait skorların belirlenmesi için kullanılan formül Eşitlik 1’de verilmiştir:

$$HRNS = OO \times TS \times YŞ \times KS \quad (1)$$

(OO) Olayın Meydana Gelme Olasılığı	
0,033	Neredeyse İmkansız
1	Çok Zor Olasılık
1,5	Zor Olasılık
2	Olası
5	Muhtemelen
8	Mümkün
10	Yüksek İhtimalle
15	Kesin

(KS) Risk Altındaki Kişi Sayısı	
1	1-2 kişi
2	3-7 kişi
4	8-15 kişi
8	16-50 kişi
12	50+ kişi

(YŞ) Yaralanmanın Şiddeti	
0,1	Sıyrık ya da ezik
0,5	Yaralanma ya da orta seviye etki
2	Minör kemik kırılması ya da minör rahatsızlık
4	Majör kemik kırılması ya da majör rahatsızlık
6	Bir uzuv kaybı, göz ve işitme kaybı (kalıcı)
10	İki uzuv kaybı ya da gözlerin (kalıcı)
15	Ölüm

(TS) Tehlikeli Bölgede Bulunma Sıklığı	
0,5	Yıllık
1	Aylık
1,5	Haftalık
2,5	Günlük
4	Saatlik
5	Süreklili

Şekil 2. HRNS metoduna göre parametre değerlerinin belirlenmesi (www.machinesafety.co.uk).

Bu çalışmada tehlike tespitini; Makine Risk Değerlendirmesi yöntemi olan HRNS ve Hata Türü ve Etkileri Analizi olan FMEA, risk analizi yöntemleri kullanılarak, her iki metodun etkinliği kıyaslanarak karşılaştırma yapılmıştır. Tespiti yapılan riskler; Tasarım ve güvenlikte ilgili Makine emniyeti Yönetmeliği 2006/42/ AT ve Kullanımla ilgili İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları yönetmeliği, 2006 /42 /EC Direktifi (2009 Aralık), Emniyet standardı TS EN ISO 12100:2010, Elektriksel tedbirlerle ilgili TS EN 13849, kapsamında değerlendirilerek risk analizleri gerçekleştirilmiştir (Özkılıç, 2016).

Makine Risk Değerlendirmesi yöntemi olan HRNS Metoduna göre risklere ait skor değerleri (0-13500) kadar bir aralığa sahip olabilmektedir. Risk sonuçlarının değerlendirilmesi Tablo 2’ye göre değerlendirilmiştir. Bu tabloda risklere ait skor sonuçlarına göre alınacak aksiyonlar ve sorumluluklara dair paylaşımların nasıl yapılabileceği, numaralandırılmış aralıklar mevcuttur. Makine imalatçılarının 2006/42/EC göre makineye ait her türlü tasarımsal ve donanımsal eksikliklerden (0-100) % risk bazında ve makineye ait emniyet tedbirleri açısından sorumlulukları bulunmaktadır. Kullanıcı

tarafına geçen makine, üretici firma tarafından kullanılmaya başlandıktan sonra ki süreçte kullanım şekli ve bakım kaynaklı nedenlerden ötürü tüm hatalardan artık kullanıcı firma sorumludur.

Tablo 2. HRNS metoduna göre risk skorunun belirlenmesi (www.machinesafety.co.uk)

Key	HRN	Risk	Açıklama
	0-5	Önemsiz	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak risk yok, ilave emniyet tedbirlerine ihtiyaç yoktur.
	5-50	Önemli Risk	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak çok az risk var, ilave olarak kayda değer bir emniyet tedbirine gerek olmayabilir, personel koruma ekipmanları kullanılabilir ve eğitimler ile risk azaltılabilir.
	50-500	Yüksek Derecede Önemli Risk	Acil olarak emniyet tedbirlerinin alınmasını gerektirecek seviyede potansiyel tehlike vardır. Bu tedbirler acil olarak uygulanmalıdır. İlgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir.
	501+	Aşırı Yüksek Risk	Çok acil olarak emniyet tedbirleri alınmalıdır. Yeterli kontrol tedbirleri alınmaya kadar ekipmanlar kullanılmamalı, insan uzak tutulmalıdır ve ilgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir

HRNS= hazard rating number system, HRN= risk skoru

Bu çalışmada risk analizi yapılan dikey paketleme makinesinin kullanım aşamasında, üretim süreçlerinin hızlandırılması, makine operatörlerinin deneyim ve bilgileri, ilgili birim yöneticilerinin iş sağlığı ve güvenliği kültür seviyeleri, makine yerleşimleri ve paketleme makinesinde kullanılan paketleme malzemelerinin standardın altında tedarik etmesi gibi nedenlerden ötürü makine kullanımı çalışanlar için ciddi iş kazaları yaşanmasına sebebiyet verebilecek nitelik kazanmaktadır. Makineye ait Tablo 1.’de tespit edilen riskler doğrultusunda, her bir tehlike türüne ait olası sonuçlar değerlendirilerek, her bir olası sonucun etkisi HRNS metoduna göre Tablo 3 ve Tablo 4’de uygulamalı olarak gösterilmiştir. HRN değerleri, Tablo 2’ye göre değerlendirilerek ve risk seviyeleri tayin edilmiştir.

Tablo 3. HRNS metodu uygulama- mekanik tehlikeler

Tehlike Grubu	Faaliyet	Olası Sonuçları	İlk değerlendirme					Risk Seviyesi	Alınacak Aksiyonlar	Önlem Sonrası Değerlendirme					Risk Seviyesi
			OO	TS	KS	YŞ	HRN			OO	TS	KS	YŞ	HRN	
Mekanik Tehlikeler	Paketleme Makinesinin Tehlikeli Bölgesine El İle Müdahalede Bulunma	Yüksek Isı ile Temas/ Yanık	10	2,5	2	10	4000	Kabul edilemez	Paketleme makinesi koruyucu kapaklarına makineyi durdurma özelliği olan sviçler takılmalıdır. El ile müdahalenin engellenmesi için kullanılan paketleme malzemesinin makine standartlarına uygun olarak tercih edilmesi makinede malzeme sıkışmasına sebebiyet vermemesi gerekir.	1	2,5	2	10	400	Yüksek derecede önemli
		Parmaklarda kesik	10	2,5	2	10	4000	Kabul edilemez		1	2,5	2	10	400	Yüksek derecede önemli
		El Bileklerinde Kırık	8	2,5	2	10	3200	Kabul edilemez		1	2,5	2	10	400	Yüksek derecede önemli
		Uzuv kaybı	8	2,5	2	10	3200	Kabul edilemez		1	2,5	2	10	400	Yüksek derecede önemli
	Paketleme Makinesine Ait Koruyucuların Manipülasyona Uğraması	Yüksek Isı ile Temas/ Yanık	15	2,5	8	10	24000	Kabul edilemez	Makine tasarım aşamasında kendinden emniyetli tasarım prensibine göre üretilmelidir, bunun sağlanmadığı durumlarda makine koruyucuları üzerinde kullanıcı insiyatifinde değişikliklere izin vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır.	1	2,5	8	10	1600	Kabul edilemez
		Parmaklarda kesik	15	2,5	8	10	24000	Kabul edilemez		1	2,5	8	10	1600	Kabul edilemez
		El Bileklerinde Kırık	10	2,5	8	10	16000	Kabul edilemez		1	2,5	8	10	1600	Kabul edilemez
		Uzuv kaybı	8	2,5	8	10	12800	Kabul edilemez		1	2,5	8	10	1600	Kabul edilemez
	Paketleme Makinesine Yardımcı Ekipmanı Çok Kefeli TerAzilere Ürün Yapışması Sonucu El İle Müdahale	Tüm çalışanların makinenin tehlikeli bölgesine erişimi	15	2,5	8	10	24000	Kabul edilemez	Ürün yapışması durumunda sistemin devre dışı bırakılarak ürünlerin temizleme işlemleri gerçekleştirilmelidir.	1	2,5	8	10	1600	Kabul edilemez
		Parmaklarda kesik	10	2,5	2	6	2400	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	6	7,92	Az önemli
		El Bileklerinde Kırık	8	2,5	2	4	1280	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	4	5,28	Az önemli
		Konveyör bantlara el/kol sıkışması	8	2,5	2	6	1920	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	6	7,92	Az önemli
	Bobin (>20kg) Değiştirme İşleminin Çalışanlar Tarafından Ekipman Desteği Olmadan Gerçekleştirilmesi	Uzuv kaybı	2	2,5	2	10	800	Kabul edilemez	Fabrika tasarımı yapılırken makine yerleşimleri üretim kapasitesi dikkate alınmalıdır. Çalışanların makineye ait bobinleri takma ve sökme işlemleri esnasında kaldırma araçlarından faydalanabilmeleri için uygun genişlikte referans alanları bırakılması gerekmektedir. Bobinler dairesel cisimler olduğu için tek bir çalışan tarafından kavranması zor olduğundan bu işlemleri iki çalışan yardımlaşarak gerçekleştirmelidir.	0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Bobinin düşmesi	5	2,5	1	4	400	Yüksek derecede önemli		0,03	2,5	1	4	2,64	Önemsiz
		Bobin taşınması sırasında çalışanın düşmesi	5	2,5	1	4	400	Yüksek derecede önemli		1	2,5	1	4	80	Yüksek derecede önemli
		Bobin altında sıkışma (el /ayak)	8	2,5	2	4	1280	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	4	5,28	Az önemli
Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları		5	2,5	1	4	400	Yüksek derecede önemli	1,5		2,5	1	4	120	Yüksek derecede önemli	
Makine keskin köşelerine çarpma sonucu kesik		5	2,5	1	2	200	Yüksek derecede önemli	1,5		2,5	1	2	60	Yüksek derecede önemli	
Uzuvlarda kalıcı hasar	Uzuvlarda kalıcı hasar	2	2,5	1	6	240	Yüksek derecede önemli	0,03	2,5	1	6	3,96	Önemsiz		

HRNS= hazard rating number system, OO= olayın meydana gelme olasılığı (OO), TS= tehlike bölgede bulunma sıklığı, YŞ= yaralanma şiddeti, KS= risk altında kalan kişi sayısı

HRNS Metodu ile risk değerlendirmesi 4 ana tehlike grubunun her birine tehlike analizinde 10 ayrı faaliyet için belirlenen tehlikeler atanmıştır. Her bir faaliyete ait tehlikeler sonucu görülecek 45 adet risk tespit edilerek bu tehlikelerin maruziyet değerleri, Eşitlik 1’de belirtilen parametrelerden tehlike bölgede bulunma sıklığı (TS, gün

bazında) ve risk altında kalan kişi sayısı (KS) ile günlük çalışması süresinin (8 saat) çarpılması ile hesap edilmiştir (Bilir ve Güranlı, 2015). Her bir faaliyete ait olası sonuçlar tek tek değerlendirildikten sonra risk seviyesi belirlenirken HRN skorlarının ortalamaları alınarak risk seviyesi tespiti yapılmıştır.

Tablo 4. HRNS metodu uygulama-elektrik, çalışan sağlığı ve organizasyonel tehlikeler

Tehlike Grubu	Faaliyet	Olası Sonuçları	İlk değerlendirme					Risk Seviyesi	Aimacak Aksiyonlar	Önem Sonrası Değerlendirme					
			OO	TS	KS	YŞ	HRN			OO	TS	KS	YŞ	HRN	Risk Seviyesi
Elektriksel Tehlikeler	Paketleme Makinesi Elektrik Pano Kapaklarının Açık Olması	Müdahale sonucu yanık	2	2.5	2	10	800	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Elektriğe maruz kalma	2	2.5	2	10	800	Kabul edilemez	Makine elektrik panolarında log out- tag out kilitleme etiketleme sistemleri kullanılmalıdır.	0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Yangın çıkması	1.5	2.5	2	15	900	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	15	19,8	Az önemli
		Makinenin zarar görmesi	2	2.5	2	10	800	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Uzuv kaybı	2	2.5	2	10	800	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Ölümlü vaka	1.5	2.5	2	15	900	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	15	19,8	Az önemli
Çalışan Sağlığına Etki Eden Tehlikeler	Paketleme Makinesinin Gürültülü Çalışması	Geçici işitme kaybı	2	2.5	2	4	320	Yüksek derecede önemli	Makine çevresindeki gürültü düzeyi 85 desibel olarak ölçülmüştür. Çalışanların 8 saatlik çalışma süreleri boyunca kulak koruyucu kullanmaları zorunlu olmalıdır. Bu konuda çalışanlar eğitilmelidir.	0,03	2,5	2	4	5,28	Az önemli
		Kalıcı işitme kaybı	2	2.5	2	6	480	Yüksek derecede önemli		0,03	2,5	2	6	7,92	Az önemli
		Stress	5	2.5	2	0.5	100	Yüksek derecede önemli		0,03	2,5	2	0,5	0,66	Önemsiz
		Dikkat Eksikliği	2	2.5	2	2	160	Yüksek derecede önemli		0,03	2,5	2	2	2,64	Önemsiz
		Yorgunluk hissi	5	2.5	2	1.5	300	Yüksek derecede önemli		0,03	2,5	2	1,5	1,98	Önemsiz
		Stress	2	2.5	2	1.5	120	Yüksek derecede önemli	Tekli paketlenen ürünlerin kolleme işlemleri	1	2,5	2	1,5	60	Yüksek derecede önemli
		Kas ve iskelet sistemi	5	2.5	2	2	400	Yüksek derecede önemli	tekrarlayıcı faaliyetler içerdiği için bu bölümde çalışan kişiler farklı alanlarda görevlendirilerek tekrarlayıcı işlerin etkisi azaltılmaktadır.	2	2,5	2	2	160	Yüksek derecede önemli
		rahatlıklar	2	2.5	2	1.5	120	Yüksek derecede önemli		1	2,5	2	1,5	60	Yüksek derecede önemli
		Dikkat Eksikliği	2	2.5	2	1.5	120	Yüksek derecede önemli		1	2,5	2	1,5	60	Yüksek derecede önemli
		Yorgunluk hissi	5	2.5	2	1.5	300	Yüksek derecede önemli		1	2,5	2	1,5	60	Yüksek derecede önemli
Organizasyonel Tehlikeler	Paketleme Makinesi Besleme Elevatörü Noktasında Kasa Kaldırma ve Boşaltma İşlemlerinin Yapılması	Kas ve iskelet sistemi	8	2.5	2	4	1280	Kabul edilemez	Kasa kaldırma ve boşaltma işlemlerini yapacak çalışanların fiziki özellikleri göz önünde bulundurularak çalışan boyunu aşmayacak şekilde kasaların dizilmesi sağlanmalıdır. Kullanılan kasaların ölçülerine göre 20 kasa istiflenmesi uygun olup bunu aşan yükseklikte kasalar üst liste dizilmemelidir. Kasaların kilitli/geçmeli özellikte olanları tercih edilmelidir.	2	2,5	2	4	320	Yüksek derecede önemli
		rahatlıklar	8	2.5	2	4	1280	Kabul edilemez		2	2,5	2	4	320	Yüksek derecede önemli
		Çalışanların üzerine kasa devrilmesi	5	2.5	2	1.5	300	Yüksek derecede önemli		2	2,5	2	1,5	120	Yüksek derecede önemli
		Yorgunluk hissi	2	2.5	2	2	160	Yüksek derecede önemli		1	2,5	2	2	80	Yüksek derecede önemli
		Dikkat Eksikliği	2	2.5	2	2	160	Yüksek derecede önemli		1	2,5	2	2	80	Yüksek derecede önemli
		Takılma sonucu düşme	8	2.5	2	4	1280	Kabul edilemez		2	2,5	2	4	320	Yüksek derecede önemli
Organizasyonel Tehlikeler	Makine Operatörlük Eğitimi Bulunmayan Kişilerin Makineye Müdahalesi	Elektriğe maruz kalma	8	2.5	2	15	4800	Kabul edilemez	Makine operatörlüğü görev tanıtma göre operatör makinenin arızalanması durumunda müdahale edecek kişi olarak görülmektedir. Buna istinaden operatör olacak kişilerin makine bakımından anlayacak teknik bilgiye ve beceriye sahip kişiler arasından seçilmesi sağlanmalıdır.	0,03	2,5	2	15	19,8	Az önemli
		Yüksek ısı ile Temas/ Yanık	5	2.5	2	6	1200	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	6	7,92	Az önemli
		Parmaklarda kesik	5	2.5	2	6	1200	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	6	7,92	Az önemli
		El Bileklerinde Kırık	5	2.5	2	10	2000	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Uzuv kaybı	2	2.5	2	10	800	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	10	13,2	Az önemli
		Ölümlü vaka	1.5	2.5	2	15	900	Kabul edilemez		0,03	2,5	2	15	19,8	Az önemli

HRNS= hazard rating number system, OO= olayın meydana gelme olasılığı (OO), TS= tehlike bölgede bulunma sıklığı, YŞ= yaralanma şiddeti, KS= risk altında kalan kişi sayısı

Paketleme makinesinin tehlikeli bölgesine el ile müdahalede bulunma, faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 3600 olarak elde edilmiş olup, kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Paketleme makinesine ait koruyucuların manipülasyona uğraması, faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 20160 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Paketleme makinesine yardımcı ekipmanı çok kefelilerle ürün yapışması sonucu el ile müdahale faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 1600 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Bobin (>20kg) değiştirme işleminin çalışanlar tarafından ekipman desteği olmadan gerçekleştirilmesi faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 486,66 olarak elde edilmiş olup yüksek derecede önemli risk seviyesine sahiptir. Paketleme makinesi elektrik pano kapaklarının açık olması faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 833,33 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Paketleme makinesinin gürültülü çalışması faaliyetine ait olası sonuçların hrn skorlarının ortalaması 272 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Tekrarlayıcı çalışmalar yapılması faaliyetine ait olası sonuçların hrn skorlarının ortalaması 235 olarak elde

edilmiş olup yüksek derecede önemli risk seviyesine sahiptir. Paketleme makinesi besleme elevatörü noktasında kasa kaldırma ve boşaltma işlemlerinin yapılması faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 860 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir. Makine operatörlük eğitimi bulunmayan kişilerin makineye müdahalesi faaliyetine ait olası sonuçların HRN skorlarının ortalaması 1816,66 olarak elde edilmiş olup kabul edilemez risk seviyesine sahiptir.

2.3. FMEA Risk Değerlendirme Yöntemi

FMEA metodu ile işin yürütümü gereği kullanılan makinelerin detaylı incelenmesiyle işyerindeki mevcut hataların; sistem, tasarım, süreç ve servis aşamalarındaki aksaklıkların tespit edilmesini sağlamaktadır. Kısaca iş akışı, makine ve sistemin bütünleşmiş problemlerini proaktif önlemeye yönelik bir metot olarak tanımlanmaktadır.

FMEA Metodu gıda ürünlerinin ambalajlanmasında kullanılan 'Dikey Paketleme' makinelerinde mekanik, organizasyonel ve çalışan sağlığına direkt etkileri açısından uygulanarak hata türü ve etkileri analizi sunulmaktadır. Mevcut hataların önlenmesiyle ürün ve üretim güvenilirliğinin artmasına ve sürekli iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır (VDA, 1996; Bolat,

2000). Yöntemin temel amacı gerçekleşen iş kazası veya meslek hastalığının sebebinin belirlenmesi ve etkisinin minimuma indirilmesidir. Böylece FMEA metodu kötüye giden operasyon maliyetlerini kontrol altına alarak hataların müşteriye ve iş yükü olarak çalışanlara yansımadan önlenmesine yardımcı olmaktadır (Çevik ve Aran, 2009).

FMEA metodu; sistem, tasarım, süreç ve servis konularında hataları proaktif tanımlayarak ortadan kaldırmayı veya optimum şekilde ikame ederek kullanıcıdaki etkilerini minimum düzeye getirmeyi hedefleyen bir mühendislik tekniğidir (Çevik ve Aran, 2009). Bu çalışmada işin yürütümü nedeniyle kullanılması zorunlu olan paketleme makinelerinde tamamlayıcı mühendislik yöntemleri belirlenerek tehlikelerin ve sonuçlarının ortadan kaldırılması hedeflenmektedir (Eryürek ve Tanyaş, 2003).

FMEA metodunun uygulanmasında Şiddet (S), Olasılık (P), Fark Edilebilirlik (D) olmak üzere bu üç parametreye ait skalalar kullanılarak tespit edilen hata türlerinin sayısal karşılığı hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada FMEA Metodu uygulanırken Tablo 1. 'deki nitel veriler kaynak olarak kullanılmıştır. Uygulamada öncelikle tehlikenin yaratacağı şiddetin derecesi Tablo 5'de belirlenerek sayısal karşılığı tespit edilmiştir. FMEA metodunda şiddet 1 'den 10 'a kadar

derecelendirilmektedir ve makinenin çalışma prensibi ile alakalı potansiyel hatalar uyarısız gelen tehlike olarak nitelendirilmektedir. Aynı hatanın mevcut çalışma koşullarında gerçekleşme ihtimalini ise sayısal derecelendirmede Tablo 6'da verilen 1 'den 10 'a kadar karşılık gelen değeri almaktadır. Hatanın gerçekleşme olasılığı %5 'in üzerinde ise 'tekrarlanan hata', %50 'nin üzerinde ise kaçınılmaz hata olarak değerlendirilmektedir. FMEA yönteminde diğer yöntemlerden farklı olarak 'Fark Edilebilirlik' parametresi bulunmaktadır. Bu parametre ile kazaya sebebiyet veren durumun veya kaza nedeninin çalışan tarafından algılanmasını belirlemede kullanılmaktadır. Makinelerin çalışma prensiplerindeki tasarım eksiklikleri genellikle çalışanlar tarafından algılanmamaktadır ve bu durumda hatanın fark edilebilirliğinin derecesi iş güvenliği profesyonellerinin öngörme yeteneğine dayanmaktadır. Tablo 7'de verilen fark edilebilirlik skalasına göre mevcut hatanın sayısal karşılığı belirlenmektedir. Elde edilen sayısal veriler ile Risk Öncelik Sayısı hesaplanmaktadır. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değeri = Şiddet(S) x Olasılık(P) x Fark Edilebilirlik(D) formülü ile bulunmaktadır. RÖS değerinin 250 ve üzeri olması durumunda işin derhal durdurulması gerektiği kanaatine varılmaktadır.

Tablo 5. FMEA-şiddet skalası

Şiddetin değeri	FMEA (S) Şiddetin etkisi	Etki
1	Etki yok	Yok
2	Sistemin Çalışmasında karmaşaya yol açan hata	Çok küçük
3	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	Küçük
4	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	Çok düşük
5	Kırık, kalıcı küçük iş göremezlik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye neden olan hata	Düşük
6	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. neden olan hata	Orta
7	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye neden olan hata	Yüksek
8	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	Çok yüksek
9	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	Uyarısız gelen tehlike
10	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	Uyarısız gelen tehlike

FMEA= hata türü ve etkileri analizi

Tablo 6. FMEA-olasılık skalası

Olasılığın değeri	FMEA (P) Hatanın gerçekleşme ihtimali	Etki
1	1/1.500.000 'den düşük	Pek az: Olası olmayan hata
2	1/150.000	Düşük: Nispeten az olan hata
3	1/15.000	0,0060%
4	1/2.000	0,05%
5	1/20	5,00%
6	1/80	1,25%
7	1/20	5,00%
8	1//8	12,50%
9	1/3	33,33%
10	1/2 'den fazla	50,00%

FMEA= hata türü ve etkileri analizi

Tablo 7. FMEA-fark edilebilirlik skalası

Farketme değeri	FMEA (D) Fark Edilebilirlik Olasılığı	Fark Edilebilirlik
1	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi hemen hemen kesin	Hemen hemen kesin
2	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi çok yüksek	Çok yüksek
3	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi yüksek	Yüksek
4	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi yüksek ortalama	Yüksek ortalama
5	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi orta	Orta
6	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi çok düşük	Düşük
7	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi düşük	Çok düşük
8	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi uzak	Az
9	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi çok uzak	Çok az
10	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilişi mümkün değil	Fark edilmez

FMEA= hata türü ve etkileri analizi

Tablo 8. FMEA-RÖS değeri

FMEA- önlem tedbirleri	RÖS değeri
Yetkililere Durumu Bildir	RÖS < 20
Kontrolleri ve İşbaşı Eğitimlerini Arttır	20 < RÖS < 40
Kontrol Sistemini Gözden Geçir ve Eğitim Ver	40 < RÖS < 100
Öncelikli Olanlardan Başlayarak Önlemleri Planla ve Al	100 < RÖS < 250
İşi Durdur, Hemen Önlem Al Sonra Çalışılmasına Müsaade Et.	250 < RÖS

FMEA= hata türü ve etkileri analizi, RÖS= risk öncelik sayısı

Bu çalışmada Tablo 9'da verilen FMEA metodu uygulama raporuna göre tespit edilen Mekanik Tehlikelerin risk öncelik sayısı 392-729 arasında, Organizasyonel Tehlikelerin risk öncelik sayısı 810, Çalışan Sağlığına Etkiler ise 256 – 810 arasında bulunmuştur. Elde edilen veriler Tablo 8 ile karşılaştırıldığında RÖS değerlerinin >250 olması nedeniyle mevcut durumun gözden geçirilerek işin durdurulması ve asgari koşullar sağlanmadan işe başlanmaması gerektirdiğini göstermektedir.

3. Bulgular

Gıda imalatı fabrikasında iş kazasının en fazla yaşandığı dikey paketleme makinesinde yapılan risk değerlendirme metotlarına göre Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 9'da verilen alınacak önlemler karşılaştırıldığında kullanılan makinelerdeki tasarım veya güvenlik eksikliklerinin FMEA Metodunda sadece sahada yapılacak periyodik denetimlerle kontrol altına alınabileceği sonucu elde edilmektedir. Fakat HRNS metoduna göre alınacak önlemler neticesinde iş güvenliği tedbirlerinin, saha denetimlerinin yeterli olmadığı Tablo 10'da açıkça görülmektedir.

Makinenin ön koruyucu kapakları makine tasarım aşamasında dahil edilmiştir. Fakat bu kapakların alt açıklarının olması nedeni ile çalışanların ellerini bu

açıklıklardan sıkışan paketleri almak için uzattıkları birçok kez tespit edilmiştir. Bu tehlikeli durumun önüne geçebilmek adına makine üretici firmalarının makinenin tehlikeli operasyon noktasına çalışanların erişimini engelleyecek nitelikte koruyucu aksamlar geliştirmeleri gerekmektedir.

Makinenin tehlikeli bölgesine erişim gereksiniminin nedeni araştırılmış ve makinenin standardına uygun olmayan nitelikte paketleme malzemesi kullanımı olduğu tespit edilmiştir. Makine üreticilerinin, paketleme amaçlı kullanılacak malzemenin niteliği konusunda makine kullanıcılarına bir standart getirmesi gerekliliği söz konusudur.

Elde edilen sonuçlara göre işyerlerinde risk değerlendirme yöntemlerinin tekdüze olmaması gerektiği, etkin bir iş güvenliği ve çalışan sağlığının sağlanması için karşılaştırmalı metotların mevcut durumla ilgili detaylı analiz yapabilmeyi sağladığı görülmektedir. HRNS Metodunun kullanılan makine ve ekipmanlarla ilgili analizler sonucu işveren tarafından yerine getirilebilecek tedbirlerle bile hala %20-Kabul Edilemez , %40 Yüksek Derecede Önemli Risklerin olduğu ve iş kazalarının devamının geleceğinin habercisi olmaktadır.

Tablo 9. FMEA Metodu Uygulama- Mekanik, Elektrik, Çalışan Sağlığı ve Organizasyonel Tehlikeler

Olası Hata Türleri Ve Etkileri Analizi						Mevcut Hata: Paketleme Makinesinin Tehlikeli Bölgesine El İle Müdahalede Bulunma					
Faaliyet Alanı: Operasyon / Mekanik Tehlikeler											
HT	Ş	P	FE	RÖS	D	Aö	Ş	P	FE	RÖS	D
Operasyon bölgesine malzeme sıkışması, makinenin durmaması Paketleme kısmına el ile müdahale sonucu, ciddi derece yanık oluşması Makine üzerindeki koruyucu donanımların zamanla işlevini yitirmesi Paketleme makinesine yardımcı ekipmanı çok kefeli terazilere ürün yapışması sonucu el ile müdahale Bobin (>20kg) değiştirme işleminin çalışanlar tarafından ekipman desteği olmadan gerçekleştirilmesi Paketleme makinesi elektrik pano kapaklarının açık olması	9	9	9	729	İş Durdur, Acil Önlem Al	Malzeme sıkışması durumunda otomatik durdurma sisteminin devreye girmesinin sağlanması	9	3	3	81	Kontrol Et
	9	9	8	648		Makinenin ısınan parçaları soğuduktan sonra müdahaleye izin vermesi	9	2	3	54	
	10	8	8	640		Bakım ve onarımlarının üretici firma tarafından yapılması veya tasarım aşamasında koruyucu donanımların makine üzerine sabitlenmesi	10	2	2	40	
	9	8	8	576		Ürünlerin yapışması durumunda sistemi tamamen devre dışında bırakılarak müdahale edilmesi	9	3	3	81	
	6	8	8	384		Çalışanların bobin değişiminde taşıma ve kaldırma ekipmanlarından destek alması veya makineye gerekli bobinlerin ağırlıklarının azaltılması	6	3	3	54	
7	8	7	392	Makineye ait elektrik panoları kilitli tutulmalı ve yetkisiz kişilerin erişimi engellenmelidir.	7	2	2	28			
Makine operatörlük eğitimi bulunmayan kişilerin makineye müdahalesi	10	9	9	810	İş Durdur	Çalışanlara mesleki yeterlilik eğitimleri verilmesi ve acil durumlar hakkında bilgi sahibi olmalarının sağlanması	10	2	2	40	Kontrol Et
Paketleme makinesinin gürültülü çalışması	10	9	9	810	İş Durdur	Makinenin üretici tarafından daha az gürültüyle çalışması sağlanması veya çalışanlara kulak koruyucular temin edilmesi	10	2	2	40	Kontrol Et
Makineye ürün beslemesinin çalışanlar tarafından yapılması, yükleme-boşaltma	10	9	9	810		Ürün beslemesi için kaldırma ve taşıma ekipmanlarından faydalanılması	10	3	3	90	
Monoton iş yükü	4	8	8	256		Makineden çıkan ürünlerin aktarılması için destek aktarma sistemi kurulması	4	2	2	16	

FMEA= olası hata türleri ve etkileri analizi, HT= Hatanın türü, Ş= şiddet, P= olasılık, FE=: fark edilebilirlik, RÖS= risk öncelik sayısı, D= durum

Tablo 10. FMEA metodu ve HRNS metodu uygulama sonuçları karşılaştırılması

Risk Değerlendirme Metodu	HRNS			FMEA		
	Kabul Edilemez Risk	Yüksek Derecede Önemli Risk	Önemli Risk	100<RÖS<250 Önlem al	20<RÖS<40 Kontrol Et	
Tespit Edilen Durum						
Tehlikeler/ Hatanın Türü	Operasyon bölgesine malzeme sıkışması, makinenin durmaması	-	1	-	1	
	Paketleme kısmına el ile müdahale sonucu, ciddi derece yanık oluşması	1	-	-	1	
	Makine üzerindeki koruyucu donanımların zamanla işlevini yitirmesi	1	-	-	1	
	Paketleme makinesine yardımcı ekipmanı çok kefeli terazilere ürün yapışması sonucu el ile müdahale	-	-	1	-	1
	Bobin (>20kg) değiştirme işleminin çalışanlar tarafından ekipman desteği olmadan gerçekleştirilmesi	-	1	-	-	1
	Paketleme makinesi elektrik pano kapaklarının açık olması	-	-	1	-	1
	Makine operatörlük eğitimi bulunmayan kişilerin makineye müdahalesi	-	-	1	-	1
	Paketleme makinesinin gürültülü çalışması	-	-	1	-	1
	Makineye ürün beslemesinin çalışanlar tarafından yapılması, yükleme-boşaltma	-	1	-	-	1
	Monoton iş yükü	-	1	-	-	1
	Toplam Eylem Puanı	2	4	4	-	10
	% Değeri	%20	%40	%40	-	%100

FMEA= hata türü ve etkileri analizi, HRNS= hazard rating number system

4. Tartışma

Gıda üretim fabrikasında yapılan araştırma da, gerçekleşen iş kazalarını önlemede sadece işyeri ortamında alınacak güvenlik tedbirleri ile sınırlandırılmaması gerektiği vurgulanmıştır. İSG uygulamalarının etkinliğinin sağlanmasında, işin yürütümünde kullanılacak makine-teçhizat üreticilerinin de sürece dahil edilmesi gerektiği saptanmıştır. Olum ve ark. (2015) tarafından yapılan bir araştırma da makine emniyet yönetmeliğine göre 85 adet makine uygunluk raporu incelenmiş ve bir risk tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda en fazla yaşanan iş kazalarının makine ve parçalarının dengesinin kaybolması sonucu oluşan riskler ile insan hataları olduğu tespit edilmiştir.

FMEA ve HRNS risk değerlendirme metoduna göre gıda paketlenme makineleri ile ilgili asgari önlem koşulları sağlansa da risklerin hala önemli boyutta olduğu saptanmıştır. Özellikle Şekil 3'de verilen grafiğe bakıldığında her iki yönteme göre yapılan karşılaştırma da çalışma alanında kullanılan makinelere yönelik detaylı bir risk değerlendirme yöntemi olan HRNS metodunun etkinliği görülmektedir. FMEA metoduna göre alınan önlemler neticesinde risk skorları 'kontrol et' aşamasında çıkarken, HRNS metodunda risklerin skorları 'yüksek derecede' çıkmaktadır. Bu durum aslında çalışma alanlarında kullanılan makinelere yönelik etkin iş güvenliği sağlanmasında, HRNS gibi detaylı risk değerlendirme metodlarına başvurulması gerektiğini somut olarak göstermektedir.



Şekil 3. FMEA ve HRNS metodu alınan önlemler neticesinde elde edilen risk öncelik skorları.

Gıda sektöründe Parlak ve ark. (2020) tarafından "Gıda Ürünleri İmalatında Çalışanların İSG Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi" ile ilgili yapılan çalışmada; çalışanların eğitim sürekliliğinin sağlanması ve denetimlerin artırılmasıyla iş kazalarının minimize edileceği vurgulanmıştır. Fakat FMEA ve HRNS metodu ile yapılan karşılaştırma gösteriyor ki; makineye bağlı yaşanan kazalarının tamamen engellenmesi için, makine üreticilerinin tasarım sürecine etkin bir İSG entegre etmesi gerektirir. Bu durum, Çakır (2018) tarafından yapılan "Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi" başlıklı çalışmada; üreticilerin makine ve insan uyumunu sağlayacak şekilde yaptıkları tasarımlarda, iş kazalarının azalmasına katkı sağlayacağı tespit edilmiştir.

Türkiye genelinde gıda sektörünün dinamik oluşu ve istihdam imkanı payının yüksekliği, üretimin devamlılığının gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle sektörde yaşanabilecek iş kazalarının gerçekleşmesini engellemek, dolaylı olarak sektördeki istihdamın sürekliliğini ve işverenin pazardaki yerine katkı sağlayacaktır (Oral ve Ünal, 2020). Kim ve Park (2021) tarafından Kore 'de imalat sanayilerinde yaşanan iş kazalarının performans üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda meydana gelen iş kazalarının sadece çalışanlara ciddi fiziksel ve/veya zihinsel zarar vermekle kalmadığı, kazaya uğrayanlara ödenen tazminat maliyetleri dışında doğrudan üretim sisteminin durmasına ve kurumsal imajın düşmesine de neden olduğu tespit edilmiştir. Kısaca, İSG kültürünü yürütülen işin tüm evrelerine entegre edilmesi dolaylı olarak üretim devamlılığının sağlanmasına ve çalışma veriminin artmasına neden olacaktır (Dursun, 2013; Hasanhanoglu, 2020).

5. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma makalesi ile ileride yapılacak çalışmalara öncülük etmesi açısından aşağıda sıralanan önerilerde bulunmaktadır:

1. Mevcut araştırmanın en önemli kısıtlılığı, tek bir fabrikaya ait gıda paketlenme makinelerinde oluşan iş kazası istatistiklerinin kullanılmasıdır. Sonraki araştırmalarda Türkiye genelinde faaliyet gösteren farklı işletmelerden seçilecek daha büyük örneklemeler ile araştırmanın tekrarlanması önerilmektedir.
2. Araştırma sonuçlarına göre elde edilen bilgilerin makine üreticilerine rehberlik etmesiyle, gıda paketlenme makinelerinin tasarımında iş güvenliği uygulamalarını destekleyecek periyodik kontrol, bakımı, onarım veya kullanımı için koruyucu ekipmanlar geliştirilmesi önerilmektedir.
3. Bundan sonraki araştırmalarda gıda paketlenme makinelerinde gerçekleşen meslek hastalıkları karşılaştırmalarının yapılmasıyla daha detaylı bir İSG analiz çalışması yapılarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili daha geniş kapsamlı çıkarımlar yapılması önerilmektedir.
4. Araştırmada makinelerle ilgili risk tespitleri FMEA ve HRNS metodu ile değerlendirilmiştir. Sonraki araştırmalarda farklı yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Akkaya E, Bingöl EB, Çetin Ö. 2017. Paketleme yöntemleri (modifiye atmosfer paketleme, kontrollü atmosfer paketleme, vakum paketleme). *Türkiye Klin Gıda Bil Derg*, 3(2): 164-168.
- Bağdatlı BA, Kayaardı S. 2010. Et ve Et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri, *Akad Gıda*, 8(2): 24-30.
- Bal E. 2016. Modifiye atmosfer paketleme ile potasyum permanganat uygulamalarının J.H.Hale şeftali çeşidinin muhafazası üzerine etkileri. *J Inst Sci Tech*, 6 (1): 9-15.
- Cakır A. 2018. Makine bazlı risk değerlendirmesi. *Sürd Müh Uyg Teknol Gelişmeler Derg*, 1(1): 1-10.
- Çelik İ, Tümer G. 2016. Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akad Gıda*, 14(2): 180-188.
- Çevik O, Aran G. 2009. Kalite iyileştirme sürecinde hata türü etkileri analizi (Fmea)* ve piston üretiminde bir uygulama. *Sosyal Ekon Araş Derg*, 8(16): 241-265.
- Dikey Paketleme Makineleri. 2021. URL: https://hipermak.com.tr/dikey-paketleme-makineleri3/?gclid=EAlaIqobChM1zt7Xgd758AIVmrd3Ch3b0Q6aEAAAYASAAEgIDGfD_BwE. (erişim tarihi: 27 Nisan 2021).
- Dilber U, Dilber Ö, Karakaya P. 2012. Gıdalarda ambalajın önemi ve tüketicilerin satın alma davranışlarına etkisi (Karaman ili örneği). *Gümüşhane Üniv İlet Fak E-Derg*, 1(3): 159-190.
- Dobruca R. 2013. Application of Active packaging Systems in probiotic foods. *Scientific J Logistics*, 9(3): 167-175.
- Dursun Y. 2013. İş güvenliği kültürünün çalışanların güvenli davranışları üzerine etkisi. *SGD-Sosyal Güv Derg*, 3(2): 61-75.
- Embleni A. 2013. Trends in packaging of food, beverages and other fast-moving consumer goods (FMCG), *Woodhead Publishing Series in Food Sci, Technol and Nutri*, 2013: 22-34. DOI: 10.1533/9780857098979.22.
- Erding B, Acar J. 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketleme (MAP). *Gıda*, 21(1): 17-21.
- Eryürek ÖF, Tanyaş M. 2003. Hata türü etkileri analizi yönteminde maliyet odaklı yeni bir karar verme yaklaşımı. *İTÜ Müh Derg*, 2(6): 31-40.
- Fişekci B. 2013. Lor peynirinin raf ömrü üzerine modifiye atmosfer paketlemenin ve CO₂ uygulamasının etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye, 117 s.
- Hasanhanoglu C. 2020. Güvenli işyeri yaratılmasında insan kaynakları yönetiminin önemi ve işletme verimliliği açısından iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerine ekonomik katkısı. *Uluslararası Ekon ve Siyaset Bil Akad Araş Derg*, 3(9): 2-17.
- Hecer C. 2012. Et teknolojisinde ambalajlama yöntemleri. *Uludağ Üniv Vet Fak Derg*, 31(1): 57-62.
- Huang GQ. 2000. Failure mode and effect analysis (FMEA). *Int J Advanced Manufac Technol*, 16(8): 603-608.
- Kahraman Ö, Demirer A. 2019. OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması. *Makine Teknoli E-Derg*, 7(1): 53-68.
- Karagöz Ş, Demirdöven A. 2017. Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: Modifiye Atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bil Araş Derg*, 6(1): 9-21.
- Kartal S, Aday M, Caner C. 2010. Meyve ve sebzelerde denge modifiye atmosfer ambalajlamaya etki eden faktörler. *Akad Gıda*, 8(6): 29-34.
- Kim KD, Park S. 2021. An analysis of the effects of occupational accidents on corporate management performance. *Safety Sci*, 138: 105228. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105228.
- Özkılıç Ö. 2005. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ve risk değerlendirme metodolojileri. *Tisk Yayınları*, İstanbul, Türkiye, 1. Basım, pp. 136.
- Olum S, Velioglu H, Kantaş M, Ergül İ, Aröz M, Taşbaş H. 2015. 2006/42/AT makine emniyet yönetmeliğine göre yapılan uygunluk değerlendirmelerinde en çok karşılaşılan uygunsuzluklar. *Tarım Mak Bil Derg*, 11(1): 9-16.
- Öz A, Süfer Ö. 2013. Taze meyve ve sebzelerin muhafazasında modifiye atmosfer paketlemenin doğal bileşimlerle birlikte kullanımı. *Akad Gıda*, 11(2): 110-115.
- Özkılıç Ö. 2016. makine risk değerlendirmesi. *Önder Akademi*, İstanbul, Turkey, 1. Basım, pp. 20-24.
- Parlak T, Barışık T, Yalçın F. 2020. gıda ürünleri imalatında çalışan personellerin iş sağlığı ve güvenliği hakkındaki farkındalık durumlarının tespiti üzerine bir araştırma. *OHS Acad*, 3(1): 13-27. DOI: 10.38213/ohsacademy.691458.
- SGK. 2018. T.C Sosyal Güvenlik Kurumu İstatistik Yılları, URL: http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari (erişim tarihi: 15 Mart 2020).
- Üçüncü M. 2011. gıda ambalajlanma teknolojisi. *Ambalaj Sanayiciler Derneği*. İstanbul, Turkey.
- VDA. 1996. Quality management in the automotive industry. *Quality Assurance Before Series Prod*, 4(2): 5.
- Yatay Flowpack Paketleme Makinaları. 2021. URL: <https://girisimmak.com/yatay-flowpack-paketleme-makinalar%C4%B1/>. (erişim tarihi: 27 Nisan 2021).
- Oral Y, Ünal TA. 2020. 2016-2018 yılları arasında seyahat sektörüne ait iş kazası verilerinin değerlendirilmesi. *OHS Acad*, 3(2): 61-72. DOI: 10.38213/ohsacademy.724873.



EVALUATION OF THE THERMAL PROPERTIES OF EPOXY-AGRO WASTE (EGG SHELL AND PALM KERNEL SHELL) NANOPARTICLE COATING FOR MILD STEEL

Maureen OISAKEDA^{1*}


¹Department of Mechanical Engineering, University of Benin, P.M.B 1154, Benin City, Nigeria

Abstract: Epoxy has been widely used as a coating material to protect the steel reinforcement in concrete structures, because of its outstanding processability, excellent chemical resistance, good electrical insulating properties, and strong adhesion/affinity. The major disadvantage raised from exothermic curing reaction of highly crosslinked epoxy matrix is brittleness and microcracks that change the epoxy coating performances. The barrier performance of epoxy coatings can be enhanced by the incorporation of inorganic filler particles at nanometer scale which can be dispersed within the epoxy resin matrix to form an epoxy nanocomposite. The parametric addition of eggshell ash nanoparticles (ESAnp) and palm kernel shell ash nanoparticle (PKSAnp) in epoxy for the coating of mild steel was studied. Thermal decomposition was observed in terms of global mass loss by using a TGA Q50 thermogravimetric analyzer. Improvement of 78.05% and 82.56% thermal properties were obtained for the epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSAnp at 1000°C. This work showed that epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSAnp have best properties for thermal applications.

Keywords: Mild steel, Epoxy, Nanoparticles, Palm kernel shell ash, Egg shell ash, Thermal properties

*Corresponding author: Department of Mechanical Engineering, University of Benin, P.M.B 1154, Benin City, Nigeria

E mail: moisakede@gmail.com (M. OISAKEDA)

Maureen OISAKEDA  <https://orcid.org/0000-0002-3906-0460>

Received: April 09, 2021

Accepted: July 23, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Oisakede M. 2021. Evaluation of the thermal properties of epoxy-agro waste (egg shell and palm kernel shell) nanoparticle coating for mild steel. BSJ Eng Sci, 4(4): 179-182.

1. Introduction

Steels are vital construction materials in our modern society; the corrosion protection of steel is of great importance, both to ensure safety and to reduce costs associated to corrosion. High thermal-resistant coatings are required for a wide variety of metallic substrates that we encounter in everyday life, including nonstick cookware, barbecues and boilers. Several processes have been employed in the past to protect metallic substances from corrosion attack. Polymeric coatings are among the processes that are used to protect metals from corroding. The effectiveness of the coating is typically reliant on the fundamental properties of the sacrificial pigments, barrier effect, organic film, presence of inhibitors and the interface interaction as regards observance (Ayman et al, 2007).

Epoxy coatings generally reduce the corrosion of a metallic substrate subject to an electrolyte in two ways. First, they act as a physical barrier layer to control the ingress of deleterious species. Second, they can serve as a reservoir for corrosion inhibitors to aid the steel surface in resisting attack by aggressive species such as chloride anions (Ehsan et al, 2014).

Although other binders such as phenolic or epoxy are used to prepare high thermal-resistant coatings, at present silicon containing coatings dominate the market. Silicon-containing polymers offer better thermal

resistance due to the high energy required to cleave silicon bonds compared to carbon bonds in analogous molecules (Chanadee and Chayarat, 2016).

Nanoparticles are being incorporated into epoxy matrices as filler to improve the mechanical, rheological, anticorrosive, and light-resistance properties. Especially nano metal oxides such as TiO₂, Fe₂O₃, ZnO, SiO₂, Al₂O₃, CaCO₃ and zirconia have been used as nano filler for corrosion protection on mild steel for more than a decade. The anticorrosive property of these coatings provides a barrier protection against the penetration of aggressive environmental constituents and prevents the cathodic reaction ($2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$) occurring on the substrate/coating interface (Bagherzadeh and Mahdavi 2007). Industries all over the world, produce wastes in large amounts from their various manufacturing and production operations. The use of biomaterials in general and agro-waste in particular is a subject of great interest nowadays not only from the technological and scientific points of view, but also socially, and economically, in terms of employment, cost and environmental issues (Dagwa et al, 2012). Bio-wastes are produced from a large variety of sources and agro-wastes are a class of these wastes.

Agro-wastes are gotten from animal and plant sources. Some of the animal wastes include feathers, shells (egg, snail, periwinkle, and etcetera), horns, hides and skin,



hoofs, bones, etcetera. Plant wastes include palm kernel shells and empty fruit bunches coconut husks, walnut shells, and etcetera. These wastes contribute to the problem of environmental pollution and the growing cost of handling the problems of environmental pollution is a world problem being tackled by various organizations around the world. Nwaobakata and Agunwamba (2014) suggested that a wise alternative is to utilize these wastes and extract useful substances from them and therefore reduce the cost of disposing of the wastes and also the environmental damages imposed on our environment by these wastes. Palm kernel shells are waste products of oil palm and previous researches have shown that palm kernel ash contains hard silica while egg shell ash is mostly made up of calcium carbonate.

Thus, this work evaluates the thermal properties of developed epoxy-agro waste nanoparticle coating for mild steel.

2. Material and Methods

2.1. Material

Mild Steel (ASTM/SAE 1013) obtained from Warri, Nigeria, the palm kernel shell was obtained from Nigeria Institute for Oil Research near Benin City, Nigeria and the egg shell was obtained from the local tea seller in Benin City Nigeria. The epoxy (LY 556), chemically belonging to the epoxide family was used in the present work. Its common name is Bisphenol-A-Diglycidyl-Ether. Epoxy provides a solvent free room temperature curing system when it is combined with the hardener tri-ethylene-tetramine (TETA) which is an aliphatic primary amine with commercial designation (HY 951) was purchased from Chemical shop in Warri Delta State Nigeria, TGA Q50 thermogravimetric analyzer.

2.2. Method

The sol gel method was used in the production of Palm kernel shell ash nanoparticles and egg shell ash nanoparticles used in this work.

2.2.1. Thermal analysis of the sample

Thermal decomposition (TA) was observed in terms of global mass loss by using a TA Instrument TGA Q50 thermogravimetric analyzer (Figure 1). The apparatus detects the mass loss with a resolution of 0.1 as a function of temperature. The samples were evenly and loosely distributed in an open sample pan of 6.4 mm diameter and 3.2 mm deep with an initial sample weight of 8-10 mg. The temperature change was controlled from room temperature ($25\pm 3^\circ\text{C}$) to 1000°C with a heating rate of $10^\circ\text{C}/\text{min}$. High purity Argon was continuously passed into the furnace at a flow rate of 60 ml/min at room temperature and atmospheric pressure. Before starting of each run, the Argon was used to purge the furnace for 30 min to establish an inert environment in order to prevent any unwanted oxidative decomposition. The TG and DTA curves were obtained from TGA runs using universal analysis 2000 software from TA Instruments.



Figure 1. Photograph of TGA Q50 thermogravimetric analyzer used.

3. Results and Discussion

3.1. DTA/TGA Thermal Analysis of the PKSanp and ESAnp

The temperature of destruction (T_{des}) of the nanoparticle was determined from DTA curves. DTA data were recorded on "Derivatograph OD 102", at heating rate of $5^\circ\text{C}/\text{min}$ in argon. The results of the DTA/TGA scan of the nanoparticles are shown in Figures 2-3. TGA curve of the PKSanp indicate that the PKSanp show less percentage of decomposition than ESAnp. At temperature above 1000°C , the residual weight stabilized agrees with the silica and CaO content in PKSanp this is in par with the earlier reported in literature (Akash et al., 2017; Hussain et al, 2019).

From the thermal analysis results it was clear that the PKSanp still retained above 50% of its weight at temperature around 1000°C (Figure 2).

From Figure 3 the ESAnp shows the onset decomposition temperature ($T=5\%$) is at 200°C , and the thermal decomposition process only has one stage with a T_{max} at 800°C . ESAnp leaves 45% char residue at 1000°C .

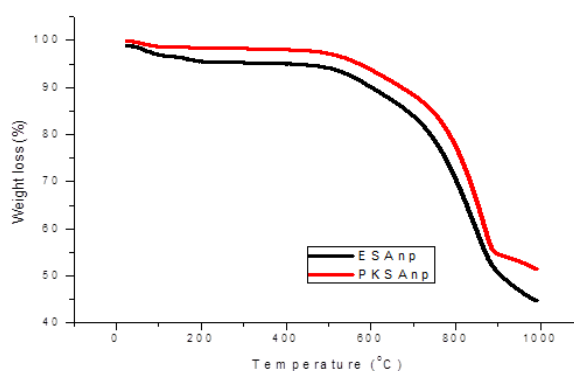


Figure 2. TGA curves of the nanoparticles.

3.2. Thermal Analysis of the Coated Samples

The composite coating was produced by mixing the uncured epoxy with its corresponding hardener in a ratio of 2:1 by weight and the eggshell ash nanoparticles and palm kernel shell ash nanoparticles were added in a percentage of 1 to 5 by weight after being sonicated in ethanol solvent by ultrasonic waves using sonicator

equipped with a titanium probe with a diameter =13 mm) for 15 minutes, thereafter the mixture was stirred up to a speed of 1200 rpm for 15 minutes, then the coating mixture was applied to the mild steel by using spray gun and then kept in a dry place at room temperature for 7 days to allow full curing as per recommendation from Lu and Jagannathan (2002).

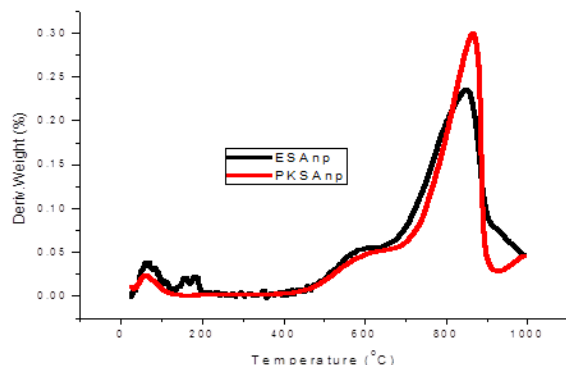


Figure 3. DTA curves of the nanoparticles.

The TGA/DTA was used in the study of the thermal analysis. Figures 4-6 displayed the results. It was observed that the coating had an appreciable effect on the thermal analysis of the mild steel. As the samples were heated close to 1000°C, the samples started to decompose and the decomposed byproducts including silica and calcium oxide were formed. The silica and calcium oxide delays the degradation process and makes the PKSA np more thermally stable. As the TGA curve shifted to a higher temperature from 400 to 1000°C, the weight loss and weight retained had values of 95.053, 98.06, 99.14, 99.75 and 44.73, 51.49, 79.64, 81.66% (Figure 4) for the mild steel, epoxy coated, epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSA np respectively.

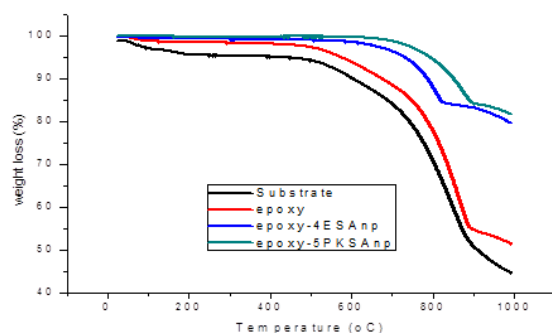


Figure 4. Variation of weight loss with temperature.

Improvement of 78.05% and 82.56% thermal properties were obtained for the epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSA np at 1000°C. The low weight retained for the mild steel at 1000°C could be attributed to that fact that scaling of the mild steel occurs at higher temperature due to decarburization of the mild steel. The higher thermal properties obtained for the epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSA np could be attributed to the chemical

makeup of the ESAnp (CaO) and PKSA np (SiO₂). The low peak obtained for the coated samples at temperatures between 100 and 200°C in Figure 5 was attributed to evaporation of moisture from the samples at low temperature. The high peak obtained for the mild steel as compared with the coated samples supports the fact that the mild steel undergone high rate of decomposition due to decarburization (Figure 6).

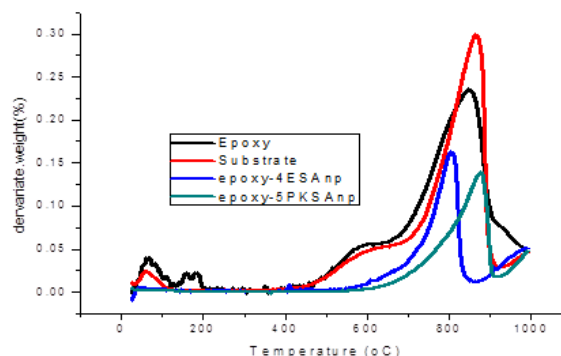


Figure 5. Variation of deviation of weight with temperature.

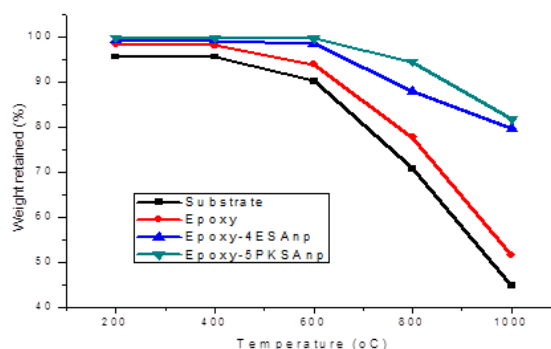


Figure 6. Variation of weight retained with temperature.

4. Conclusion

From the above results, the following conclusion was made: Improvement of 78.05% and 82.56% thermal properties were obtained for the epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSA np at 1000°C. This work shows that at epoxy-4wt%ESAnp and epoxy-5wt%PKSA np have best properties for thermal applications.

Author Contributions

All task was done by the single author. The author reviewed and approved the manuscript.

Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

First author would like to specially thank Prof F. F. O. Orumwense (FNSE) for his fatherly role in my career and for believing so much in me. My thanks also goes to Dr. E. G. Sadjere (FNSE), Prof P. O. B. Ebunilo as well as Prof V.

S. Aigbodion for their guidance, inspiration and support all through this work and also to all Staff of the Department of Mechanical Engineering, University of Benin as well as Staff of the Department of Metallurgical and Materials Engineering, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria and Staff of the Department of Chemical, Metallurgical and Materials Engineering, Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa.

References

- Akash GKG, Venkatesha GNS, Sreenivas KVR. 2017. A study on flammability and moisture absorption behavior of sisal/coir fiber reinforced hybrid composites, IOP Conf. Series: Materials Sci and Eng, 191: 012003.
- Ayman M, Atta HAA, Ashraf ME, Ahmed MT, Mohamed HW. 2017. Effect of titanium dioxide nanogel surface charges and particle size on anti-corrosion performances of epoxy coatings. Int J Electrochem Sci, 12: 959-974.
- Bagherzadeh MR, Mahdavi F. 2007. Preparation of epoxy- clay nanocomposite and investigation on its anti-corrosive behavior in epoxy coating. Prog in Organic Coating, 60(2): 117-120.
- Chanadee T, Chaiyarat S. 2016. Preparation and characterization of low cost silica powder from sweet corn cobs (*Zea mays saccharata* L.), J Mater Environ Sci, 7(7): 2369-2374.
- Dagwa IM, Builders PF, Achebo J. 2012. Characterization of palm kernel shell powder for use in polymer matrix composites. Int J Mechanical and Mechatronics Eng, 12(4): 88-93.
- Ehsan B, Ali J, Zahra R, Sarah S, Mohammad RS. 2014. Anti-corrosion hybrid coatings based on epoxy-silicanano-composites: Toward relationship between the morphology and EIS data. Prog in Organic Coatings, 77(7): 1169-1183.
- Hussain M, Dendena TL, Yusup S, Zabiri H. 2019. Thermochemical behavior and characterization of palm kernel shell via TGA/DTG technique. Materials Today: Proceedings, 16: 1901-1908. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.06.067.
- Lu CH, Jagannathan R. 2002. Cerium-ion-doped yttrium aluminum garnet nanophosphors prepared through sol-gel pyrolysis for luminescent lighting. App Physics Lett, 80(19): 3608-3610.
- Nwaobakata C, Agunwamba JC. 2014. Effect of palm kernel shells ash as filler on the mechanical properties of hot mix asphalt. Archives of App Sci Res, 6(5): 42-49.



REVIEWING COMFORTABILITY IN CITY SQUARES: A RESEARCH STUDY OF BEYLİKDÜZÜ ÖZGÜRLÜK SQUARE

Fatemeh BADEL^{1*}, Mehmet İNCEOĞLU¹


¹Department of Architecture, Faculty of Architecture and Design, Eskişehir Technical University, 26555 Eskişehir, Turkey


Abstract: Public spaces play a significant role in our social life. There are different types of public spaces and squares are one of the most important places in the cities that have influence on shaping our social activities from the past to the present. City squares are not just designed to spend time, in the past, squares were known as gathering locations to make important social decisions. A place where people share what is happening nearby and exchange information. Active and lively public spaces increase social interaction and sense of belonging among people. With the increase of population and urbanization in recent years, the quality of urban areas has been evaluated in terms of improving the quality of life of citizens. Squares are also important public spaces that are examined in terms of quality. In this paper, Beylikdüzü Özgürlük Square comfort parameters are studied. This square is located in western part of Istanbul. Although this area is not very old but it is important due to the connection between the two areas of Esenyurt and Beylikdüzü. Comfort quality indicators of this location are examined. A questionnaire was collected from 71 people living in the area for this research. Their responses were studied and interpreted in line with the purpose of the research.

Keywords: Public space, Square, Comfort, Beylikdüzü

*Corresponding author: Department of Architecture, Faculty of Architecture and Design, Eskişehir Technical University, 26555 Eskişehir, Turkey

E mail: fatemehbadel@eskisehir.edu.tr (F. BADEL)

Fatemeh BADEL  <https://orcid.org/0000-0003-2338-7407>

Mehmet İNCEOĞLU  <https://orcid.org/0000-0001-5264-8755>

Received: April 11, 2021

Accepted: August 04, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Badel F, İnceoğlu M. 2021. Reviewing comfortability in city squares: a case study of Beylikdüzü Özgürlük Square. BSJ Eng Sci, 4(4): 183-191.

1. Introduction

Public spaces are areas where people from all classes of society meet, communicate, and interact. Streets, avenues, connection roads, passage routes, parks, and squares are public spaces that are accessible to everyone (Çelikyay and Karayılmazlar, 2016). As can be understood from different definitions, public spaces are associated with open spaces open to every citizen. For the city dwellers, the distinction between public spaces determines the identity of the space. These areas are not left as random gaps or transitions; it is important that creating spaces, preferred to be designed with planning decisions, will create a comfortable and safe environment which can offer meeting and strolling spaces.

City squares are the focal points of social activities with their different functions for the use of citizens in public spaces. As urban centers, they should be psychologically and emotionally responsive to recreation, entertainment, and physical needs as well as commercially active and culturally contributing qualities. Squares are free public spaces that can be used by all members of society from any social class, located in the heart of the city, and people are like the mainstream make it becomes alive. Among these, squares are essential public spaces dating back thousands of years. Many people have passed the city squares many times in their daily lives, sometimes stopped, and sometimes met with their friends there. Nowadays, people prefer to go home and rest after a day

at work because of the traffic density, crowding in the city, auditory and noise pollution. To study the square in terms of comfort is one of the most important criteria in evaluating the quality of the area. Examining the comfort features such as having a sitting and resting area in the square, staying away from noise pollution, and also considering aesthetically pleasing will help to obtain an area with appropriate criteria. In this study, it has been tried to examine the comfort features of Beylikdüzü Özgürlük Square and to offer suggestions for the improvement of this area.

2. Material and Methods

Beylikdüzü Özgürlük Square is one of the squares with high potential of social gathering and interactions. Connecting to the E5 highway with proximity to the Beylikdüzü Municipality building, and Beylicium and Marmara Park Shopping Centers, common hot spots for get togethers, are some of the reasons that makes this square noticeable. In recent years, this area has been evaluated by city planners and architects with the increase of migration to this region and population density growth in Beylikdüzü and Esenyurt areas.

2.1. Method

In this study, the characteristics of comfort in the region were investigated by various methods such as observation, on-site diagnosis, and questionnaire. In the first stage, photographs of various elements were taken



and studied. This study was conducted in November 2019. In the second stage, the data obtained through the questionnaire were analyzed. The purpose of this study in Beylikdüzü Özgürlük Square is to determine whether this area is efficient in terms of comfortability. In the design of this area, it has been achieved in terms of comfort and user satisfaction and how it can be evaluated. The survey is taken from regular pedestrians who are familiar with the square location and neighbourhood. Data collected and tabulated from the questionnaire forms and analyzed by SPSS.

2.2. Study Area

Beylikdüzü is located on the southern border of the European side of Istanbul and is adjacent to Büyükçekmece, Esenyurt, Avcılar districts and the Marmara Sea (Figure 1 and 2). The district takes its name Beylikdüzü from the historical and geographical features of the region (Erdönmez and Ataol, 2016). Beylikdüzü seems to become a desirable neighborhood for immigrants and has been growing in recent years. Especially, after the Marmara earthquake in 1999, the residents of Istanbul left their old buildings and moved to Beylikdüzü which accelerated population growth of the area. With the arrival of the metrobus, the second wave of immigration emerged.

There is a serious confusion about names, districts, and district borders regarding the Beylikdüzü region. Before the Beylikdüzü district was defined in 2009, the name "Beylikdüzü" was considered as a district that represented the entire plain in this region. In 2009, E-5 (The E5 highway is a section of the international D100 highway in the European side of Istanbul that starts from Buyukçekmece district) was accepted as one of the boundaries, and the part of this plain to the north of E-5 was connected to Esenyurt district and the part to the south was connected to Beylikdüzü district. As such, "Beylikdüzü" has now become the name of a new district, but it could not cover the entire region that was formerly called Beylikdüzü. Some parts of the area known as Beylikdüzü remained within Esenyurt and Büyükçekmece districts (URL 1).

Development of Beylikdüzü Özgürlük Square and Its Vicinity: The region, which includes Esenyurt and Beylikdüzü districts today, has been an area where Ottoman noblemen and Pashas were hunting and their hunting mansions were located. The present-day Beylikdüzü district was established in 2008 in the region divided by the E - 5 highway. The district has a beneficial location in terms of proximity to the E-5 highway and also very close to Marmara Sea. Housing settlements make up the majority of the region. Residents who lost their places after the 1999 Marmara Earthquake moved to this neighborhood. The new Zincirlikuyu-Beylikdüzü Metrobus line attracted more people to this area, therefore the second wave of population growth has taken place (Wikipedia, 2021). In general, there are public areas in the district that are spread throughout the settlement and reserved for the use of users of all ages

and where necessary arrangements are made. Figure 3 shows that the main and secondary access roads to Beylikdüzü in 1970 are the same as today.



Figure 1. Beylikdüzü, Istanbul (Source: Openstreetmap).



Figure 2. Beylikdüzü, Özgürlük Square (Source: Openstreetmap).

In 1970, the main route of the BRT line (today) was one of the main transport routes. Currently, this route is the metrobus transit line, which is the main line of Istanbul's east-west bus transit. Figure 4 presents green area next to square, Beylikdüzü Park, and the previous use of the park. Due to the high movement volume of the people in this region, and also after the completion of the Belikdüzü Municipality station construction, Beylikdüzü Özgürlük Square was built in 2012.

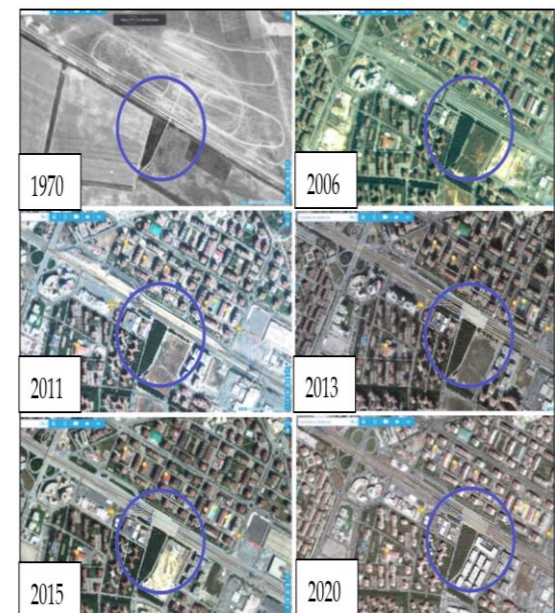


Figure 3. Beylikdüzü Özgürlük Square development (Source: Openstreetmap).



Figure 4. Beylikdüzü Özgürlük Square (Source: Google Earth).

Today, the existence of public transportation facilities, especially the metrobus line reaching Beylikdüzü, has made the district even more attractive. As of 2019, Beylikdüzü is the 3rd district in Istanbul after Esenyurt and Sancaktepe districts that receives the most immigrants (Beylikdüzü Kent Belleği, 2019). Beylikdüzü Özgürlük Square is located in the west of Istanbul, on the east-west line of E5. In 2011, there was only one pedestrian bridge at the current site on the E5 that connects the two sides of the motorway. After the construction of the square, Beylikdüzü Municipality metrobus station, which took its name because of its proximity to the Beylikdüzü municipality, was connected to the square with a ramp. Due to the debates over the division of Beylikdüzü and Esenyurt in recent years, the E5 highway divided these two areas into Esenyurt and Beylikdüzü and separated the region in these two areas which is depicted on the city maps.

3. Comfortability Concept in Public Spaces

In order to design squares in the cities, any information and knowledge about the city, its history, and the residents should be taken into account. Project for Public Space is a non-governmental organization founded in 1975, supported by academics and experts. All their activities and projects are published online at their website (URL 2). Considering: "What makes some places successful while others fail?" (Figure 5), Project for Public Space focuses on many public spaces around the world. Some answers to the question were sought by the organization and a diagram was created in this matter. It has been argued that a successful public space must contain four main elements. These elements are accessibility (Access and Linkages), people engaging in activities at these spaces (use and activities), comfortable and good image of the space (comfort and image), and finally sociability (URL 2).

While creating comfortable environments in the urban area; it is important to adopt design principles that (1) contain human scale and visually appealing elements, (2) are safe, easy to access, have human interactions, and being able to move freely, (3) contain appropriate design inputs for each type of user and thus support social diversity (Carmona, 2010). Gehl (2004) developed a pedestrian-centered approach to quality analysis of public spaces. He stated that the quality of public spaces

can only be seen with the eyes of a pedestrian walking at a speed of 5 kilometers per hour. It also defined the features that should be in a good city. The quality parameters used in this approach are shown in the figure 6.

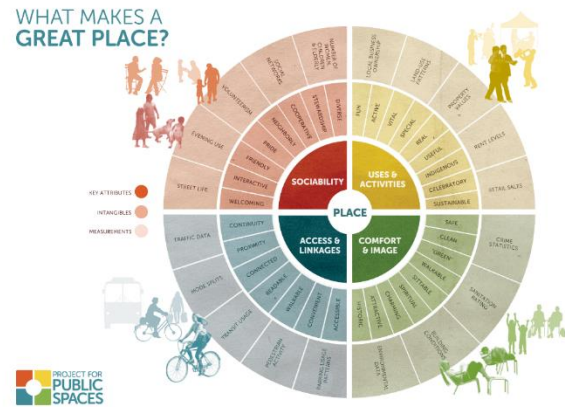


Figure 5. Qualifications required in a successful public space according to PPS (URL 2).

DESIGNING / DETAILING THE PUBLIC SPACES A KEY WORD LIST

P R O T E C T I O N	1. Protection against Traffic & Accidents	2. Protection against crime & violence (safety)	3. Protection against unpleasant climatic extremes
	<ul style="list-style-type: none"> - traffic accidents - fear of traffic - other accidents 	<ul style="list-style-type: none"> - lived in / used - streetlife - streetwatchers - overlapping functions - in space & time 	<ul style="list-style-type: none"> - wind / draft - rain / snow - cold / heat - sun / glare
	C O M F O R T	4. Possibilities for WALKING	5. Possibilities for STANDING / STAYING
<ul style="list-style-type: none"> - room for walking comfortably - un-tedious layout of streets - interesting facades - good surfaces - no obstacles - good accessibility to key points 		<ul style="list-style-type: none"> - staying zones - "Edge effect" - defined spots for staying - supports for staying 	<ul style="list-style-type: none"> - zones for sitting - maximized advantages - primary sitting positions - secondary sitting poss. - benches for resting
7. Possibilities to SEE		8. Possibilities for HEARING / TALKING	9. Possibilities for PLAY / UNFOLDING / ACTIVITIES
<ul style="list-style-type: none"> - seeing-distances - unhindered views - interesting views - lighting (when dark) 	<ul style="list-style-type: none"> - low noise level - bench arrangements - "talkscapes" 	<ul style="list-style-type: none"> - invitation to physical activities, play & entertainment - day & night and summer & winter 	
E N J O Y M E N T	10. Scale	11. Possibilities for enjoying positive aspects of climate	12. Aesthetic quality / positive sense-experiences
	<ul style="list-style-type: none"> - dimensioning of buildings & spaces in observance of the important human dimensions related to senses, movements, size & behaviour 	<ul style="list-style-type: none"> - sun / shade - warmth / coolness - breeze / ventilation 	<ul style="list-style-type: none"> - good design & good detailing - views / vistas - trees, plants, water

Figure 6. Quality parameters that should be in urban spaces according to Gehl (2002).

Gehl (1996, 2001, 2002, and 2004) presented an approach to the quality of public spaces and physical environment, depending on the activities in public spaces other than the pedestrian-centered approach. Three different activities carried out by Gehl (1996, 2001, 2002, and 2004) in public space were given. Necessary activities, Optional activities, and Social activities. Optional and social activities are important for the quality of the city. It has developed a pedestrian-centered approach to quality analysis of public spaces. The quality

parameters used in this approach are; Protection, Comfort and Three pieces of pleasure. A square should offer opportunities that can provide comfort for the people who walk through it. A bench or waste bin in the right place makes a big difference in how people choose to use this place. Lighting could improve certain activities while gates or pathways could also enhance the personality of a square. Folk art can act as a magnet for children of all ages to come together and enjoy the environment. No matter it is permanent or temporary, good opportunities will create a joyful environment for social interaction (İnceoğlu, 2007).

Many researchers and institutions (URL 2) have tried to put forward principles of successful urban space creation. Some of the ideas and principles for the success and quality of the squares are as follows: According to PPS20 (URL 2), there are ten principles for creating successful and high quality city squares including Image and Identity, Attractions and Destinations, Amenities, Flexible Design, Seasonal Strategy, Good Entry (Access), The Inner Square and The Outer Square, reaching out Like an Octopus, The Central Role of Management, Supported by Various Capital Resources (Diverse Funding Sources). The approach to quality in an urban space was established in 1999 by the leadership of the New Zealand Government and the Ministry of Environment under the name of the Urban Amenity Project. "A small design guide for the Ministry of Environment to create successful places for living, working and recreation" (Ministry for the Environment's shorter guide, creating great places to live, work, play) This project has been developed and carried out since the early 2000s with the regional agreements signed in 1991. Urban qualities are defined with the concept of "livability" in a city under the title of Comfort (Convenience). What are "amenities" in the work done? They have developed various definitions and approaches in response to the question; (amenities: defined as all the features that make a place comfortable and beautiful.)

Comfort consists of: 1) Comfort attributes - tangible and measurable issues such as physical sound measurements; 2) Comfort values - less tangible issues such as people's perception of sound, culture, perception, expectation, desire and tolerance. Landscape elements are roads, avenues, streets and squares in private or public areas and used for recreational purposes. In addition to providing comfort, these elements support and strengthen many basic activities such as sitting, protection, shelter, siege, counseling, transportation, description, lighting, communication, games and sports. Landscape elements make social life easier and gain the appreciation of the users, so these elements are also defined as urban equipment (Başal et al., 1997; Şişman and Yetim, 2004).

4. Reviewing and Analyzing Comfort in Beylikdüzü Özgürlük Square

Beylikdüzü Özgürlük Square is a busy area during the day due to the connection to the metrobus station. Residents of Beylikdüzü and Esenyurt mostly come to this station to use public transportation. This square is about 67 meters wide and 137 meters long. The typology of this square is rectangular. This area is congested as it is connected to the BRT station. The space of the square is surrounded by a large and spacious rectangle that creates a negative atmosphere in the environment. Due to the absence of a special sign called the square, the identity of the square is better known as the passage. In this study, the elements that are indicators of the comfort of the square, such as: Possibilities for walking, standing or spending time, sitting, enjoying the scenery, chatting opportunities, playgrounds, and sport activities were examined with the questionnaire and observation method. The people views who regularly come to this square on seating elements, lighting, walking pathways have collected through a survey and studied.

One of the reasons why this square is chosen to study is because it is connected to one of the main urban transportation roads. The region has seen an increase in immigration in recent years due to construction works growth. The questionnaire about comfortability of this square was collected from a total of 71 people who come in this square for different purposes at different times. The questionnaire was given as a five-point Likert, as 1- Absolutely Disagree, 2-Disagree, 3- Neither agree nor disagree, 4-Agree, 5-Absolutely Agree. 49.3% of the participants are in the 18-34 age group, 43.7% in between 35-45, and only 7% are between 55-64 years old. 43.7% of the participants have university degree, 31% studied up to high school, 15.5% have graduate degree, 7% doctorate, and only 2% has elementary education (Table 1).

Table 1: Demographic table

Gender	Age	Percentage
Men	18-34	16.9
	35-54	18.3
	55-64	2.8
Women	18-34	32.3
	35-54	25.35
	55-64	4.2

Evaluation of the present facilities for comfort: As well as meeting the aesthetic and functional needs of the pedestrians, the equipment elements are also functionally important. The equipment elements that facilitate and enhance the space to attract more pedestrians and allow interaction and communication between them are the elements that add a meaning to the space, complement and define it (Karayılmazlar, 2017). Considering this framework, it is seen that many criteria should be taken into consideration in the selection of equipment elements (Kántor and Unger, 2010).

4.1. Amenities for Sitting

One of the comfortability factors examined in the square is the sitting elements that gives the square a public space identity. Seating elements must be in accordance with the standards and made of suitable materials. It should be utilizable the entire year long. These benches should face towards pleasant views so that it would not be boring for people seating on them. Considering the population using this area, the number of rows of seats should be sufficient. The pavement of the seating areas should be different from what regular roads paved from. It is better not to design any level difference between seating areas and the rest of the square. Benches and other seating elements should be located at maximum 60 meters apart from each other considering the shade and sunny areas (Özdingiş, 2007).

All pedestrians with or without disabilities should be able to use the square comfortably, with easy access to the seating elements where they can rest. The materials of these elements should be selected in types that will not degrade by outdoor use or climatic conditions (Bulut et al., 2008).

Regarding the seating elements (Figure 7) in the square, the number of available seating amenities were questioned, whether there is enough chair or bench in the square. It was noticed that the disproportionate distribution and insufficiency of the seating rows negatively affected the comfortability of the square. 45.1% of the participants said I do not agree, 23.9% agree, 16.9% neither agree nor disagree, 8.5% strongly disagree, 5.6% strongly agree. Although there are plenty of seating elements in the square, most of the respondents disagree that is enough.



Figure 7. Beylikdüzü Özgürlük Square seating elements (Photo: Author).

When it comes to square comfort, it is essential to have enough space for pedestrians to get together and chat. For this reason, the participants were asked whether there was enough space to get together and have a conversation. The question is: "Talking places are enough in this square." The results indicate 32.4% of the participants disagree, 29.6% agree, 28.2% neither agree nor disagree, 7% strongly disagree, 2.8% strongly agree. According to these outcome participants agree that there are no seating benches. The maximum percentage is related to the absence of a seat. Based on the responses provided, pedestrians believe that there is not enough space to sit and chat in Beylikdüzü Özgürlük Square.

4.2. Lighting Elements

Lighting elements are very important for spaces like squares. The use of open spaces that are not adequately illuminated is decreasing and it is observed that the crime rate is higher in areas with lack of lighting. From this point of view, the importance of lighting elements in terms of creating security emerges (Karayılmazlar, 2017). Besides creating pleasant environment, lighting elements also play an important role in the safety of the square at night. Lighting is also important to find the way during the night and helps pedestrians to make sure which way they should take to get to their destinations. Proper lighting in both seating area and access roads in the square affects directly on nighttime availability of the square. Proper lighting will expand the usable area and add more space to the square besides increasing the security level of the area. The lighting elements quantity in Özgürlük Square was asked in this survey (Figure 8). "The lighting of this square is sufficient." 45.1% of the participants agree, 25.4% neither agree nor disagree, 15.5% disagree, 9.9% strongly agree and 4.2% strongly disagree.



Figure 8. Lighting elements of Beylikdüzü Özgürlük Square (Photo: Author).

4.3. Accessibility

Accessibility is the ability to access and benefit from the public space. This concept is focused on people with disabilities or special needs and their right to access. This concept might not make the whole environment accessible, but it converts or adds some special areas for disabled to benefit social life. Nowadays many public and private buildings and spaces like education centers, hospitals, and transportation lines are equipped and designed to be accessible for disabled individuals (Albrecht, 2006).

In this study area (Figure 9), the metrobus station is connected to the square with a ramp and the only access to the square is suitable for disabled people. Access from the streets around this square is directly possible at the same level. In the west area, there is a parking lot accessible by a ramp. Pedestrian access is available from four directions without level difference. Results from questionnaire regarding this element are presented. The related question asked was: "Is this square disabled friendly? (easy to access for visually impaired, hearing impaired, and wheelchair users)". The outcome is as follows: 47.9% agree, 28.2% neither agree nor disagree, 15.5% disagree, 5.6% strongly agree, 2.8% strongly disagree. Therefore, almost half of the respondents believe that this square is disabled friendly.

This outcome is biased as there was no disabled individual among the people who were questioned. As observed, there are no special tracks for visually impaired people such as tactile walkways, and no alerts for hearing impaired. The streets around could be very dangerous for disabled people and this is one of the main absent elements that should be considered.



Figure 9. Beylikdüzü Özgürlük Square accessibility (Photo: Author).

To make the square disabled friendly, accessibility comes first. The concept of accessibility often focuses on individuals in need and their right to access. With that being said, all the facilities including services and amenities should be available and accessible for all the pedestrians regardless of disability type or severity of impairment (Sungur and Yıldız, 2013). The convenient access to the square on foot is asked from the participants. 60.6% of the participants agree, 18.3% strongly agree, 12.7% neither agree nor disagree, 4.2% disagree and 4.2% strongly disagree. It is clear that most of the respondents in this survey agree that this area is easily accessible on foot. E5 Highway is one of the major public transportation routes in Istanbul. Beylikdüzü Özgürlük Square is connected to the metrobus line. As the square location is close to this station, it makes the public transport easy to get to. There are also other bus and shuttle stations around the square to transport passengers from nearby neighborhood to this main station. There are also other transportation modes like taxi and private drivers that transport people from/to the square. For this purpose, the participants were asked to evaluate access by public transport in the survey. The question was: "It is easy to reach this square by all kinds of vehicles and public transport." 59.2% of the participants agree with that, 19.7% strongly agree, 15.5% disagree, 2.8% neither agree nor disagree and 2.8% strongly disagree. Based on the results presented, it can be concluded that most of the respondents in this survey rated access by public transport easy.

4.4. Outdoor activities and amusement possibilities

Outdoor and social activities are important for the quality of the city. Cities with low life standards have less to offer in order to please and entertain the inhabitants. Considering our lives in this era that is bounded with stress, anxiety, and many other pressures we face in our daily lives, a city should offer exceptional recreational outdoor activities to maintain its residents in a good mental health state. However, these activities can only be done if the conditions allow, for example, if the city has

attractive and high quality venues. An agreeable city is like a lively party. People stay longer because they are having a good time (İnceoğlu, 2007). Squares are among the public spaces where many social activities take place. Celebrations, festivities, and remembrance events are held in squares of the cities around the world. In a square where the audience feels comfortable, children can play freely with their parents and friends, and social interaction occurs between those in the square (Figure 10). Group exercises in some squares will make the residents feel more belonging to their communities. Suitability of the square in order to have social activities like group exercise or festivals has been asked from the participants in this question: "This square is suitable for social activities." The responses of the participants are as follows: 50.7% agree, 25.4% strongly agree, 14.1% neither agree nor disagree, 9.9% disagree. More than half of agreed that this square is a decent place for social activities to take place. Teenagers usually come to this square for skate boarding as well. It is often used for training ground by many skaters as there are minimum bumps and obstacles around the area which is very desirable for such activities. Following the same topic, the participants were asked if they agree on: "This square is suitable for play and entertainment." 47.9% agree, 26.8% neither agree nor disagree, 12.7% disagree, 7% strongly agree, 5.6% strongly disagree. Participants also evaluated the area on the following topic: "This square is suitable for sports activities." 46.5% agree, 18.3% neither agree nor disagree, 18.3% disagree, 9.9% strongly agree and 7% strongly disagree. In general, the results obtained on whether the area is suitable for social activities, games, entertainment and sports, it was seen that most of the participants in the survey have a positive view of the square. The existence of a space that can be a place for social activities creates a sense of satisfaction and comfort for the residents and pedestrians of the neighborhood. After a long day at work people prefer to go back to their places and relax. Having a comfortable and convenient public space can encourage them to participate in social activities. Holding various events such as religious celebrations, seasonal festivals, cultural activities such as concerts make Özgürlük Square an interesting place to spend weekends or evenings all year long.



Figure 10. Beylikdüzü Özgürlük square social activities (Photo: foursquare.com).

4.5. Relaxing Possibilities

"Urban spaces should be responsive, democratic, and meaningful- Carr, Rivlin, Stone, Francis (1992). Spaces that respond to needs are places that can serve the needs

of users and are designed in this way. The top priority needs are public space comfort, rest, active / passive participation, exploration and humanitarian needs. From history, the squares have been the meeting place of the city's people or visitors, where they break away from the chaos of the city, find the opportunity to relax and rest, people meet up with one another and share the ongoing events happening in the city. Today, with the development of technology and communication, cities main squares are occupied by vehicles with heavy traffic. They somehow lost their main purpose among all the chaotic activities new cities and their residents brought in recent decades. In this respect, urban squares should be a place for social activities and should be able to offer a safe and relaxing environment. To get people's opinion in this matter, participants were asked on how they feel about the resting and relaxing factors in the square. The statement was as follow: "This square is a comfortable place to rest and relax." 52.1% of the participants agree, 21.1% neither agree nor disagree, 12.7% disagree, 7% strongly agree and 7% strongly disagree. More than half agree that this square is a place to sit and relax (Figure 11).

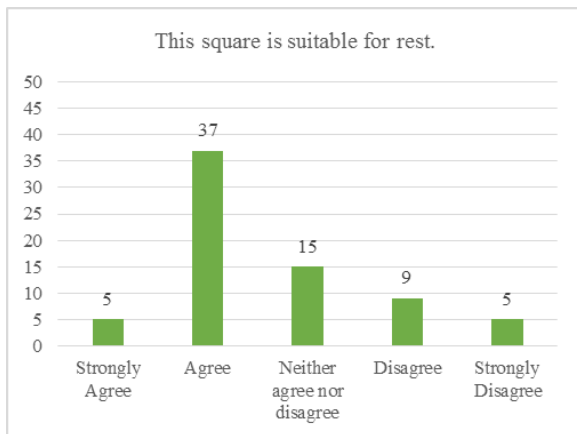


Figure 11. Assessment of the square in terms of possibilities for relaxing.

4.6. Low Noise Level

Nowadays, due to the increase of vehicles and heavy traffic in cities, many citizens complain about disturbing noises in public places. People prefer a public place to enjoy the quietness away from hectic environment a busy city can bring to them. This issue was brought up in the survey as follows: "This square is a quiet place." According to the answers, the following results were obtained: 38% disagree, 23.9% strongly disagree, 19.7% neither agree nor disagree, 16.9% agree and 1.4% strongly agree. Regarding the following topic, the results were answered by the participants as follows: "This square is very noisy." 43.3% agree, 21.1% neither agree nor disagree, 16.9% strongly agree, 14.1% disagree, and 5.6% strongly disagree. This shows that most participants find the square a noisy place. Regarding the proximity of this square to the main transit lines and roads, this result has been expected. In addition, the

passage of motorcycles and the presence of vehicles in the square are among the factors that cause noise pollution in the square (Figure 12).

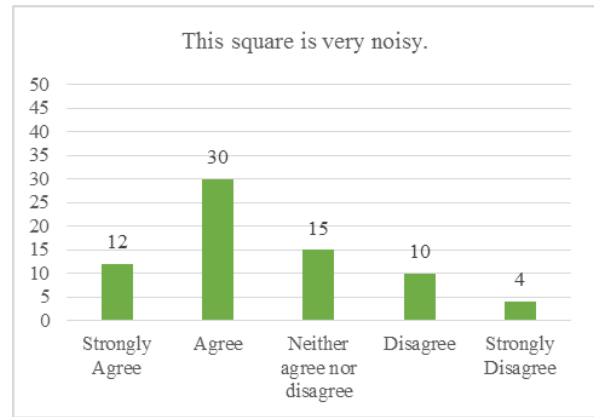


Figure 12. Assessment of the square in terms of noise.

Another expression was presented as follow: "What kind of noise disturbs you in this square: A) Vehicles (such as motor, bus, etc.), B) Skateboarders, C) Young people, D) Animals (such as dogs, cats, and pigeons). 76.1% said noises created by vehicles (such as motor, bus, etc.), 16.9% said none of the above, 4.2% said noises made by youth, 2.8% said skateboarders. As the results show, the presence of vehicles has increased the noise in this area. It is possible to block the paths where the motorcycles and private cars illegally enter to this area by some blockage or barriers in order to reduce the noise pollution of the square.

4.7. Pleasant views Possibilities

Eye catching views are another important feature a public place should have to attract the pedestrians (Figure 13). Eyesores have undesirable effects in cities. Dilapidated buildings, graffiti, litter, polluted areas, and excessive commercial signage such as billboards are some of the common examples that could exist around the square. Citizens like to be surrounded by aesthetically pleasing elements like trees, rivers, and mountains while enjoying a public place. Planting trees, constructing water fountains, and other aesthetic features will enhance the views and attracts more people to the area. In this regard, we examined the Beylikdüzü Özgürlük Square and asked the participants the following question: "There are beautiful views in this square." Results show that 31% of the participants Agree, 28.2% Disagree, 23.9% neither Agree, Neither Disagree, 9.9% strongly disagree, 7% Strongly Agree. This result was predictable as the only green space present in the square is the park and the rest is surrounded by E5 highway and the residential buildings.

4.8. Possibilities for walking

The walkways on the north side of the square are one of the encouraging reasons people prefer to take a stroll in this square (Figure 14). The south side of the square is also one of the attractions for walking because of the Beylikdüzü Park. The direct relationship between the

presence of pleasant views in the square and people choosing this square to walk around is proved by analyzing the data on SPSS. Participants responded as follows: "This Square is suitable for have a stroll." 49.3% Agree, 21.1% Undecided, 14.1% Disagree, 12.7% Strongly Agree, 2.8% Strongly Disagree.



Figure 13. Beylikdüzü Özgürlük Square interesting views, south side (Photo: Author)



Figure 14. Walking paths in the square

5. Results and Discussion

Squares are one of the most important urban areas where social interactions take place. If the squares have comfort standards, it will allow people to spend more time there. For this reason, the Beylikdüzü Özgürlük square of Beylikdüzü has been evaluated for this purpose by examining the comfortability parameters. Beylikdüzü Özgürlük Square is known as one of the active and busy squares in western Istanbul due to its location on the E5 highway.

Beylikdüzü Özgürlük square is studied in this paper and the questionnaire outcome is presented. Some suggestions made to improve the comfortability of this square considering the responses of the participants.

The following suggestions and recommendations are based on the results of the questionnaire.

To improve the social activities of the square:

- Adding more sitting facilities for pedestrians to talk and meet;
- Effectively distributing the seating facilities in order to have an easy access from every corner of the square;

Therefore, paying attention to the number and position of the seating elements can create more opportunities for people to walk in and socialize.

To enhance the visual aesthetics elements of the square:

- Adding protective elements to the seats considering the weather conditions in Istanbul, which could degrade these amenities;
- Applying creative patterns to the pavement, designing chairs with color variations, and building bandshells;

- Enhancing the landscape with sculptures, water foundations, and other artistic elements.

Other recommendations;

- Even though the square is well lit, it is recommended that more streetlights be installed so that citizens will feel safer at night. The square has lighting around it, but it becomes darker as you approach its center.
- As the street is filled with motorcycles and cars, creating an unpleasantly noisy atmosphere, it is recommended that arrangements be made to keep these vehicles out of the square. As vehicles can access the surrounding streets, preventing their entry to the square can reduce noise.

Most of the participants found this area suitable for play, sports activities, and spending time. Beylikdüzü Municipality organizes various social activities in this square to attract more people and increase the livelihood of the district. This feature can be considered as one of the positive points of the square due to the proximity of the square to the main road of Istanbul's east-west highway and easy access to public transit.

From the perspective of the participants, Beylikdüzü Özgürlük Square has a high level of comfort features and there is also room to improve. By examining what is lacking regards to comfortability in the square and taking necessary actions, it can be turned into a good public space for the residents in this neighborhood. This square owns sufficient space to add more comfortability features and is a place to invest because of the high potential due to access to public transport and a populated district.

Author Contributions

All the authors declare that they have all participated in the design, execution, and analysis of the paper, and that they have approved the final version.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethical Approval

A retrospective ethics permit is not required for the articles, which were produced from used master/doctorate or research studies before 2020.

Acknowledgement

In completing the survey and obtaining data, I would like to thank Arya Saboury Far. Additionally, I would like to acknowledge the support I received from Mehdi Badel regarding the data analysis.

References

- Albrecht G. 2006. Encyclopedia of Disability. Sage Publications Ltd, California, USA, 1th ed., pp. 2936.
- Beylikdüzü Kent Belleği, 2019. <http://www.beylikduzuketbellegi.com/Icerik/Goruntule/327> (accessed date: January 20, 2020).
- Bulut Y, Atabeyoğlu Ö, Yeşil, P. 2008. Erzurum kent merkezi donati elemanlarinin ergonomik özelliklerinin

- değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Tarım Bilim Derg*, 142: 131-138.
- Carmona, M. 2010. Public places, urban spaces: the dimensions of urban design. Routledge, London, UK, 1th ed., pp. 690.
- Carr S, Francis M, Rivlin LG, Stone AM, 1992. Public dpace. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1th ed., pp. 720.
- Çelikyay S, Karayılmazlar AS. 2016. Bartın Kent merkezindeki kamusal alanların kentsel ergonomi ve kent kimliği açısından incelenmesi, *J Bartın Fac Forest*, 182: 224-238.
- Erdönmez E, Ataol O. 2016. Kentsel kamusal alanlar – Beylikdüzü örneği. http://www.beylikduzuketbellegi.com/Content/assets/uploads/research/20170320_19c95d7b-5948-4104-928a-d8f9b7e90863_Beylikduzu.ve.Kamusal.Alanlar.Ebru.Erdonmez.Dincer.pdf (accessed date March 20, 2020).
- Gehl J, Gemzøe L. 2001. New city spaces. Danish Architectural Press, Copenhagen, Denmark, 1th ed., pp. 363.
- Gehl J. 1996. Life between buildings. Using Public Space, Copenhagen, Denmark, 1th ed., pp. 563.
- Gehl J. 2002. Public spaces and public life Jan Gehl, Architect MAA, Dr. Litt. & Helle Lis Søholt, Architect MAA, M.Arch. (Uni. of Wash. Strandgade 100, Bygning N, DK-1401 Copenhagen, Denmark, 1th ed., pp. 763.
- Gehl J. 2004. Places for people city, of Melbourne in collaboration with GEHL. Architects, Urban Quality Consultants Copenhagen, Melbourne, Australia, pp. 100.
- İnceoğlu, M. 2007. Kentsel açık mekânların kalite açısından değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım: İstanbul Meydanlarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 363s.
- Kántor N, Unger J. 2010. Benefits and opportunities of adopting gis in thermal comfort studies in resting places: An urban park as an example. *Landscape Urban Plan*, 98(1): 36-46.
- Karayılmazlar A, Çelikyay H. 2019. Kentsel alanların ve kent donatılarının tasarımında ergonomik ilkeler. *Bartın Orman Fak Derg*, 21(2): 570-579.
- Karayılmazlar AS. 2017. Kamusal alanların kentsel ergonomi açısından irdelenmesi, Bartın örneği. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye, 69s.
- Özdingiş N. 2007. İstanbul kent parklarının bedensel özürülüler açısından değerlendirilmesine yönelik bir araştırma, Yüksek lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 115s.
- Şişman, E.E. ve Yetim, L. 2004. Tekirdağ kentinde donatı elemanlarının peyzaj mimarlığı açısından irdelenmesi. *Trakya Üniv Fen Bilim Derg*, 5(1): 43-51.
- Sungur A, Yıldız, S. 2013. Engelsiz Türkiye için: Yolun neresindeyiz? Mevcut durum ve öneriler. Sabancı Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, 1. Basım, 312 s.
- URL 1. 2017. http://beylikduzuogretmenevi.meb.k12.tr/icerikler/kurum-ve-ilce-tarihcesi_3994268.html, (accessed date March 20, 2020).
- URL 2. 2020. <https://www.pps.org/article/what-is-placemaking>, (accessed date March 20, 2020).
- Wikipedia. 2021. Beylikdüzü. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Beylikdüzü>, (accessed date March 20, 2020).



DERİN ÖĞRENME İLE ARTIRILMIŞ GÖRÜNTÜ SETİ ÜZERİNDEN CİLT KANSERİ TESPİTİ

Erhan ERGÜN¹, Kazım KILIÇ^{1*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Bu çalışmada, son yıllarda görüntü sınıflandırmada artan oranda ilgi gören derin öğrenme ve görüntü işleme yöntemleri kullanılarak kötü huylu (malignant) cilt lezyonlarının erken teşhisini kolaylaştırıcı yapay zekâ tabanlı sınıflandırma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Melanom, en kötü huylu ve az görülen bir kanser türü olduğundan dolayı derin öğrenme mimarisini eğitmek için yeterli sayıda eğitim ve test görüntüsü bulmak zordur. Bu nedenle artırılmış veri seti oluşturulmuş ve 6 farklı derin öğrenme mimarisi ile eğitim yapılmıştır. Kötü huylu ve iyi huylu cilt lezyonlarını sınıflandırmak için popüler olan AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16 mimarileri kullanılmıştır. Deneyler HAM10000 veri seti üzerinde artırma yapılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda en başarılı sonuçları veren Resnet-34 mimarisi ile ortalama %87,5 doğruluk oranı, %94 AUC skoru, %84,5 F-skoru, %87,6 kesinlik değeri elde edilmiştir. Diğer derin öğrenme mimarilerinden elde edilen sonuçlar ve karşılaştırmalı analizler de çalışmada ayrıca sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Derin öğrenme, Evrişimsel sinir ağları, Transfer öğrenme, Cilt kanseri, Sınıflandırma

Skin Cancer Detection via Augmented Image Set with Deep Learning


Abstract: In this study, artificial intelligence-based classification experiments were carried out to facilitate the early diagnosis of malignant skin lesions by using deep learning and image processing methods, which have received increasing attention in image classification in recent years. Because melanoma is the most malignant and rarest type of cancer, it is difficult to find enough training and test images to train the deep learning architecture. For this reason, augmented data set was created and training was conducted with 6 different deep learning architectures. Popular architectures AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet and VGGNet-16 were used to classify malignant and benign skin lesions. The experiments were carried out on the HAM10000 data set by augmented. As a result of the experiments, with the Resnet-34 architecture, which gave the most successful results, an average of 87.5% accuracy, 94% AUC score, 84.5% F-score, and 87.6% precision were obtained. The results and comparative analyzes obtained from other deep learning architectures are also presented in the study.

Keywords: Deep learning, Convolutional neural network, Transfer learning, Skin cancer, Classification

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: kazimkiliç55@gmail.com (K. KILIÇ)

Erhan ERGÜN  <https://orcid.org/0000-0003-1446-2428>

Kazım KILIÇ  <https://orcid.org/0000-0003-2168-1338>

Gönderi: 17 Mayıs 2021

Received: May 17, 2021

Kabul: 07 Ağustos 2021

Accepted: August 07, 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Ergün E, Kılıç K. 2021. Skin cancer detection via augmented image set with deep learning. BSJ Eng Sci, 4(4): 192-200.

1. Giriş

Cilt kanseri, hasar gören cilt hücrelerinin DNA yapılarının kontrolsüz çoğalmaları sonucu oluşmakta ve dünyada en sık görülen kanserler arasındadır (Rey-Barroso ve ark., 2021). En yaygın cilt kanseri türleri, bazal hücreli karsinom, skuamöz hücreli karsinom ve melanomdur. Bazal hücreli karsinom kanser vakalarının %80'ini, skuamöz hücreli karsinom %16'sını, melanom ise %4'ünü oluşturmaktadır. Melanom, melanositler olarak da bilinen pigment içeren hücrelerden gelişen kötü huylu bir tümördür. Seyrek görülmesine rağmen en kötü huylu (malignant) olan cilt kanseri türüdür ve ölüm sayıları giderek artmaktadır (Jerant ve ark., 2000; Garbe ve ark., 2010; Siegel ve ark., 2021a). Amerikan Kanser Derneğince 2020 yılında 100.350 adet yeni vaka tespit edildiği ve tahminen 6850 kişinin melanoma bağlı ölümünün gerçekleştiği bildirilmiştir (Siegel ve ark., 2021b). Hastalık oranının az oluşu, bu ölümcül hastalığa

ilişkin gerçek görüntü verilerinin de sınırlı olması sonucunu doğurmaktadır. Bu durum, görüntü işleme ve makine öğrenimi tekniklerinin uygulanışında çok önemli bir handikaptır.

Cilt kanseri, erken tespit edildiğinde, kesin tedavi yüksek olasılıkla mümkündür (Celebi ve ark., 2007; Capdehourat ve ark., 2011). Cilt kanseri taraması için optik yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler yüzeysel ve hızlı yanıt vermektedir. Yüzeysel olmayan yöntemler arasında en yaygın kullanılan dermoskopik taramadır (Narayanamurthy ve ark., 2018; Xie ve ark., 2020). Dermoskopi, ciltte bulunan lekeli bölgenin doğru tanılanması için ilgili bölgenin büyütülmüş ve aydınlatılmış görüntüsünü elde etmeye yönelik görüntüleme tekniğidir. Cildin yüzey yansımalarını ortadan kaldırarak, daha derin cilt seviyelerinin görsel etkisini artırabilir ve cilt lezyonlarının daha detaylı görüntüsünü verir. Dermoskopi değerlendirmesi, çıplak gözle yapılan



değerlendirmeye göre çok daha yüksek doğruluk oranları vermektedir. Dermoskopik görüntüler, çoğunlukla görsel inceleme yoluyla analiz edilir (Binder ve ark., 1995; Kittler ve ark., 2012; Thomas ve Puig, 2017).

Geleneksel (Görsel inceleme, klinik tarama, dermoskopik analiz, biyopsi ve cilt lezyonunun histopatolojik incelenmesi gibi) yöntemlerin kullanılması, yüksek derecede beceri, konsantrasyon gerektirmekte ve zaman almaktadır. (Celebi ve ark., 2008; Abbas ve ark., 2013; Xie ve ark., 2020). Cilt kanseri teşhisi, uzman dermatologlar tarafından yapıldığında bile cilt lezyonlarında bulunan farklı şekiller, belirsiz sınırlar, düşük kontrast, cilt kılları, yağlar, hava kabarcıkları gibi faktörler nedeniyle hatalı olabilmektedir. Bu koşullar altında, cilt kanserinin tespiti ve sınıflandırılması için hızlı ve yüksek başarı oranına sahip bilgisayar destekli tanı sistemlerinin geliştirilmesi giderek önem kazanmaktadır.

Literatürde incelenen çalışmalarda, HAM10000 veri setinde bulunan 7 farklı hastalığın sınıflandırıldığı ve genellikle en kötü huylu olan melanom hastalığının tespit edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, diğerlerinden farklı olarak tüm kötü huylu cilt kanserleri tespit edilmeye çalışılmıştır. İyi ve kötü huylu cilt lezyonlarını tespit etmek için son yıllarda görüntü sınıflandırma problemlerinde ve tıbbi görüntü analizinde iyi sonuçlar veren evrimsel sinir ağı (ESA) mimarileri tercih edilmiştir. Çalışmada 6 farklı popüler ESA mimarisi, HAM10000 veri seti ile eğitilmiş ve kötü huylu

cilt lezyonlarını sınıflandırma performansları analiz edilmiştir. ESA'ların eğitiminde en önemli sorunlardan biri olan veri seti yetersizliğine karşı bu çalışmada, iyi sonuç verdiği literatürde de belirtilmiş olan veri artırma yöntemi kullanılmıştır. Öte yandan, popüler ESA mimarileri aynı veri seti üzerinde test edilerek elde edilen sonuçlar bir karşılaştırma tablosunda sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Veri Seti

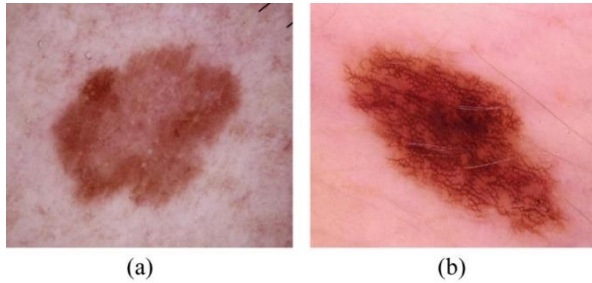
Bu çalışmada, ISIC (Uluslararası Cilt Görüntüleme İşbirliği) 2018'de eğitim seti olarak kullanılan HAM10000 veri seti (Tschandl ve ark., 2018) kullanılmıştır. Bu veri seti 10015 adet dermoskopik cilt görüntüsü içermektedir. Bu görüntüler melanom (M), melanositik nevüs (MN), bazal hücreli karsinom (BHK), aktinik keratoz (AK), iyi huylu keratoz (İHK), dermatofibroma (DF) ve vasküler lezyon (VL) olarak kategorize edilmektedir. Tablo 1'de, veri setinde bulunan melanositik ve melanositik olmayan iyi ve kötü huylu lezyonlara ait hastalık türleri ve görüntü sayıları gösterilmektedir. Görüntüler 450x600 piksel boyutundadır (Tschandl ve ark., 2018).

Veri setinde toplam olarak 1954 adet kötü huylu, 8061 adet iyi huylu cilt lezyon görüntüsü bulunmaktadır. Şekil1'de örnek görseller verilmiştir.

Tablo 1. HAM10000 veri seti içerisindeki hastalık türleri ve görüntü sayıları

Melanositik			Melanositik olmayan			
İyi huylu	Kötü huylu		İyi huylu	Kötü huylu		
MN	M	VL	DF	İHK	AK	BHK
6705	1113	142	115	1099	327	514

MN= melanositik nevüs, M= melanom, VL= vasküler lezyon, DF= dermatofibroma, İHK= iyi huylu keratoz, AK= aktinik keratoz, BHK= bazal hücreli karsinom



Şekil 1. (a) kötü huylu cilt lezyonu (b) iyi huylu cilt lezyonu.

2.2. Veri Artırma

Veri artırma, işlenecek veri sayısının artması için veri ekleme işlemidir (Purnama ve ark., 2019). Yüksek hızda örnekleme ve yetersiz örnekleme yöntemleri dengesiz veri kümeleri üzerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, derin öğrenme ağ mimarileri ile gerçekleştirilen sınıflandırma problemlerinde veri artırmanın başarıyı yükselttiğini göstermektedir (Lopez

ve ark., 2017; Ayan ve Ünver, 2018). Veri setinde bulunan sınıf dengesizliğini önlemek ve derin öğrenme mimarisinin performansını artırmak amacıyla görüntülere yatay ve dikey çevirmeler, maksimum 355 dereceye kadar açı değiştirme, maksimum 1,5 değerinde yakınlaştırma, maksimum 0,3 değerinde rastgele kontrast ve parlaklık artırma gibi teknikler uygulanarak veri setinde bulunan görüntü sayısı artırılmaktadır.

2.3. Derin Öğrenme

Derin öğrenme temelini yapay sinir ağları oluşturmaktadır. Derin öğrenme mimarileri verilerin temsilinden öğrenme gerçekleştirerek yüksek miktarda veri üzerinde işlem gerçekleştirebilmektedir. Bu sebeple geleneksel yapay sinir ağlarına kıyasla daha fazla gizli katmana sahiptirler (Deng ve Yu, 2014). Derin sinir ağlarında, belirli ağırlıklara sahip etiketli girdi değerleri, bir çıktı üretmek için doğrusal olmayan bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilmektedir (Schmidhuber, 2015). Bu nedenle, bir derin sinir ağı eğitiminin amacı, ağı ağırlıklarını optimize etmektir, böylece hata değeri en aza

indirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan derin öğrenme mimarileri aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Evrişimsel sinir ağları

ESA, görüntülerin piksel matrislerinden ayırıcı özellikler elde eden ve bu özellikleri kullanarak tahminde bulunabilen derin öğrenme mimarisidir (LeCun ve ark., 1998). ESA'lar, görüntü sınıflandırma, nesne algılama, görüntü bölütleme, ses tanıma, metin, video işleme ve tıbbi görüntü analizi gibi birçok bilgisayarla görü uygulamasında kullanılmaktadır (Pacal ve ark., 2020). ESA, evrişim katmanları, havuz katmanları ve tamamen bağlantılı katmanlar olmak üzere üç katman içerir. Görüntüleri sınıflandırmak için kullanılan ESA mimarisi Şekil 2'de gösterilmektedir. Evrişim katmanında, giriş görüntüsü bazı özellik haritalarını oluşturmak için çekirdeklerden veya filtrelerden geçer. Havuzlama katmanında, ağırlıkların sayısını küçük tutmak için özellik haritalarının her birinin boyutu azaltılır. Bu süreç aynı zamanda alt örnekleme olarak da bilinir. Genel havuzlama, maksimum havuzlama ve ortalama havuzlama gibi çeşitli havuzlama yöntemleri vardır. Evrişim ve havuzlama katmanlarından sonra elde edilen özellik matrisi çok boyutlu olduğundan dolayı tam bağlı katmana aktarılmadan önce düzleştirme işlemi gerçekleştirilerek veriler tek boyutlu vektör formuna sokulur. Tam bağlı katmanda ise tek boyutlu vektöre dönüştürülen özelliklerle derin sinir ağı eğitilerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir.

2.3.2. AlexNet

2012 yılında Khrizevsky ve arkadaşları bu mimari ile ImageNet (Büyük Ölçekli Görsel Tanıma) yarışmasında 1,2 milyon adet yüksek çözünürlüklü görüntüyü 1000 farklı sınıfa ayırmışlardır. Yarışmada AlexNet ile %15,4 hata oranı ile en başarılı performansı göstererek yarışmanın kazananı olmuşlardır. Bu mimari, 5 evrişim katmanı, 2 ReLU aktivasyon katmanı ve 3 maksimum havuzlama katmanı ile 3 tam bağlı katmandan oluşmaktadır. Sınıflandırma işlemi için softmax fonksiyonu kullanılmaktadır. Ağın giriş görüntü boyutu 224x224x3 olup 11x11 boyutunda evrişim filtreleri kullanılmaktadır (Khrizevsky ve ark., 2012).

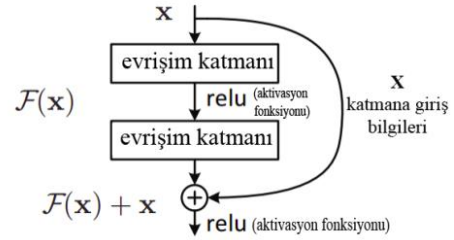
2.3.3. VGGNet

VGGNet mimarisinin 16 ile 19 katmanlı olmak üzere iki versiyonu bulunmaktadır. VGGNet mimarisinde görüntülerden daha iyi özellikler çıkarabilmek için 11x11 yerine 3x3 lük daha küçük filtreler kullanılmıştır. Bu

mimari ağın genişliğini artırmak yerine daha küçük filtrelerle derinliğini artırmanın daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. 13 adet evrişim ve 3 adet tam bağlı katmandan oluşmaktadır. ReLU aktivasyon katmanı evrişim katmanları ile birlikte kullanılır. Ağın giriş görüntü boyutu 224x224x3'dür (Simonyan ve Zisserman, 2014).

2.3.4. ResNet

Bu mimarinin hata oranı oldukça düşüktür ve maksimum 152 katman olmak üzere 18-34-50-101 gibi farklı derinliklere sahip versiyonları bulunmaktadır. Residual bloklar ResNet'i diğer mimarilerden farklı kılmaktadır. ResNet mimarisinden önceki ESA mimarilerinde görüntüde bulunan piksel matrisleri evrişim katmanına giriş olarak verilmekte ve evrişim filtresinden elde edilen değerler aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıktı elde edilmektedir. ResNet mimarisinde bulunan kalıntı (residual) blokta x girişi sırasıyla evrişim-ReLU-evrişim katmanlarından geçerek bir $F(x)$ sonucu elde edilmektedir. Elde edilen bu sonuç x girişine eklenerek $H(x)=F(x)+x$ çıktısı üretilmektedir. Bu durum bir önceki katmandan gelen artık değerlerin göz ardı edilmemesini sağlamaktadır ve Şekil 3'de verilmiştir (He ve ark., 2016).



Şekil 3. Kalıntı bloğun yapısı (He ve ark., 2016).

2.3.5. DenseNet

Ağıdaki katmanlar arasında maksimum bilgi akışı sağlayan DenseNet'te, her katman önceki katmanlardan ek girdiler alarak kendi özellik haritalarını sonraki katmana aktarmaktadır. DenseNet mimarisinin en büyük avantajı özellik yayılımını sağlayarak elde edilen özelliklerin yeniden kullanılmasını sağlar. Bu durum ağıdaki parametre sayısını da azaltır. Bu mimari yoğun bloklar ve üç adet geçiş katmanı ile toplamda 121 katmandan oluşmaktadır. DenseNet-121, DenseNet-169 ve DenseNet-201 gibi farklı katmanlara sahip versiyonları bulunmaktadır (Huang ve ark., 2017).



Şekil 2. Evrişimsel sinir ağı mimarisi (Anonymous, 2021).

2.3.6.SqueezeNet

Bu mimarinin amacı, evrişimli sinir ağlarında daha az sayıda parametre ile yüksek doğruluğa ulaşmaktır. AlexNet mimarisinden 50 kat daha az parametre sayısı ile aynı doğruluğa ulaşabilmektedir. SqueezeNet mimarisinin katmanları, evrişimli katmanlardan, yangın modüllerinden (sıkıştır ve genişlet), 2 adımlık maksimum havuzlama katmanlarından, genel ortalama havuzlama katmanından ve çıktı için softmax katmanından oluşmaktadır (Iandola ve ark., 2016).

2.4.Transfer Öğrenme

ESA mimarileri ile yapılan görüntü analizi çalışmalarında yeterli miktarda veri bulunmadığında ağı sıfırdan eğitmek yerine genellikle transfer öğrenme yaklaşımı kullanılır. Bu yaklaşım, benzer bir görevde eğitilmiş ağı parametrelerinin yeni görevde kullanılmasıdır. Yeni görev için kurulan ESA'nın eğitimi transfer edilen parametrelerle başlatılıp çalışmada kullan veri seti ile belirlenen sayıda tekrar eğitilerek parametreler güncellenir (Fırıldak ve Talu, 2019). Çalışmada, ESA mimarilerinin özellik çıkarıcı katmanları için ImageNet veri setiyle eğitilmiş ağların ağırlıkları kullanılmıştır. Sınıflandırma için mimarilerin son katmanında bulunan derin sinir ağı, görüntülerden elde edilen özellikler ile sıfırdan eğitilmiştir.

2.5. Deneysel Kurulum

Yapılan araştırma için kullanılan veri seti iyi ve kötü huylu cilt lezyonları olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Kullanılan veri setinde kötü huylu cilt lezyonlarının sayısı az olduğundan dolayı veri dengesini sağlamak ve ağı performansını artırmak için eğitim setinde kullanılan görüntülerin sayısı artırılmıştır. Veri artırma işlemi yalnızca eğitim seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de eğitimde kullanılan orijinal görüntülere ait veri sayıları ve aynı görüntülerden artırılmış eğitim verilerinin sayıları görülmektedir.

Tablo 2. Artırılmış ve orijinal iyi-kötü huylu cilt lezyonlarının sayısı

	Kötü huylu	İyi huylu
Eğitim verisi	1176	4739
Arttırılmış eğitim verisi	11495	14178
Doğrulama	778	1981

Veri setinde bulunan 450x600 piksel boyutundaki görüntüler kullanılan derin öğrenme mimarilerinin kabul ettiği giriş görüntü boyutu olan 224x224x3 piksel boyutuna göre yeniden boyutlandırılmıştır.

ESA mimarilerinin eğitiminde aktivasyon işlemi için ReLU aktivasyon fonksiyonu, optimizasyon işlemi için ise Adam algoritması kullanılmıştır. İşlenecek görüntülerin alt küme boyutu (Batch-size) değeri 64 olarak ayarlanmıştır. Öğrenme hızı için öğrenme hızı aralığı testi (LRRT) yöntemi kullanılmıştır. Transfer öğrenme yaklaşımı kullanılarak yapılan deneyler için evre (epoch) sayısı 20 olarak belirlenmiştir. Deneyler Google alt

yapısını kullanan Kaggle kernels (Kaggle çekirdekleri) bulut ortamında, Nvidia Tesla K80 ekran kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yazılımı için Python programlama dilinde fast.ai (Howard ve Gugger, 2020) kütüphanesi kullanılmıştır.

2.6.Değerlendirme Ölçütleri

Sınıflandırma görevinde mimarilerin performansını belirlemek için karmaşıklık matrisi yaygın olarak kullanılmaktadır. İkili sınıflandırma görevlerinde 2x2 boyutunda bir matrizen oluşan karmaşıklık matrisi görüntülerin gerçek değerleri ile sınıflandırıcının tahmin ettiği değerleri göstermektedir. DP doğru tahmin edilen pozitif sonuçları, YP yanlış tahmin edilen pozitif sonuçları, DN doğru tahmin edilen negatif sonuçları ve YN ise yanlış tahmin edilen negatif sonuçları belirtmektedir.

Karmaşıklık matrisinden elde edilen DP, YP, DN, YN değerleri kullanılarak sınıflayıcının performansını ölçmeyi sağlayan metrikler hesaplanabilmektedir.

Doğruluk: Sınıflayıcının doğru tahmin ettiği örneklerin tüm örneklere oranıdır (eşitlik 1).

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+YP+DN+YN} \quad (1)$$

Hassasiyet: Doğru pozitif oranı olarak da bilinmektedir. Doğru olarak tahmin edilen pozitif örneklerin gerçekte pozitif olan tüm örneklere oranını vermektedir (eşitlik 2).

$$\text{Hassasiyet} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (2)$$

Kesinlik: Doğru tahmin edilen pozitif örneklerin, pozitif olarak tahmin edilen tüm örneklere oranıdır (eşitlik 3).

$$\text{Kesinlik} = \frac{DP}{DP+YP} \quad (3)$$

F-Skor (F-Score): Hassasiyet ve kesinlik değerlerinin ağırlıklı ortalamasını vermektedir (eşitlik 4).

$$\text{F-Skor} = \frac{2 \times \text{Kesinlik} \times \text{Hassasiyet}}{\text{Kesinlik} + \text{Hassasiyet}} \quad (4)$$

ROC Eğrisi: Sınıflandırma mimarisinin performansını gösteren bir grafikdir. Grafiğin yatay ekseninde yanlış pozitif oranı, dikey ekseninde ise doğru pozitif oranı (hassasiyet) bulunmaktadır (Adegun ve Viriri, 2020).

Eğri Altındaki Alan (AUC): ROC Eğrisi altında kalan alanı temsil etmektedir. Sınıflandırma mimarisinin pozitif ve negatif örnekleri ne kadar ayırdığını göstermektedir. Alan arttıkça ayırım yeteneği artmaktadır.

Hata Oranı: Gerçek değer ile sınıflayıcının elde ettiği değer arasındaki mutlak farkın oranını belirtmektedir.

3. Bulgular

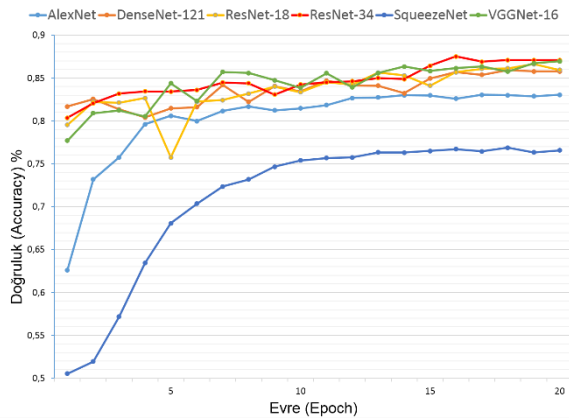
İyi ve kötü huylu cilt lezyonlarının sınıflandırılmasında kullanılan mimarilerin gösterdikleri performans Tablo 3'de gösterilmektedir. Deneyler artırılmış ve artırılmamış veri setleriyle gerçekleştirilmiştir. '*' simgesine sahip deneyler artırılmış veri seti ile yapılmıştır. Kalın yazılmış değerler ilgili ölçüt bakımından en iyi sonucu

göstermektedir. Tablo 3'de AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16'ya ait F-skor, kesinlik, hassasiyet ve hata oranı değerleri görülmektedir. AlexNet mimarisi ile yapılan 20 evrelik deneyde 16. evrede %83,03 oranında doğruluk ve %89,87 oranında AUC değeri elde edilmiştir.

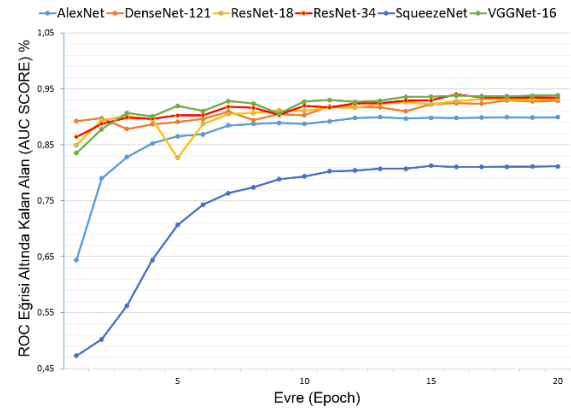
Tablo 3. Derin öğrenme mimarilerinin 20 evre sonucunda elde ettikleri en başarılı değerler

	Doğruluk	AUC	F-Skor	Kesinlik	Hassasiyet	Hata-Oranı
AlexNet*	0,8303	0,8987	0,7866	0,8046	0,7693	0,1696
AlexNet	0,6438	0,7209	0,6545	0,6403	0,6695	0,3561
DenseNet-121*	0,8593	0,9292	0,8231	0,8494	0,7984	0,1406
DenseNet-121	0,7758	0,8526	0,7041	0,7495	0,6640	0,2241
ResNet-18*	0,8661	0,9303	0,8320	0,8590	0,8066	0,1338
ResNet-18	0,7709	0,8453	0,6985	0,7350	0,6655	0,2290
ResNet-34*	0,8751	0,9404	0,8438	0,8761	0,8137	0,1248
ResNet-34	0,8514	0,8980	0,8122	0,8460	0,7811	0,1485
SqueezeNet*	0,7687	0,8106	0,7281	0,7227	0,7336	0,2312
SqueezeNet	0,5690	0,6476	0,6061	0,5972	0,6154	0,4309
VGGNet-16*	0,8695	0,9385	0,8366	0,8602	0,8143	0,1305
VGGNet-16	0,8149	0,8808	0,7619	0,8021	0,7256	0,1850

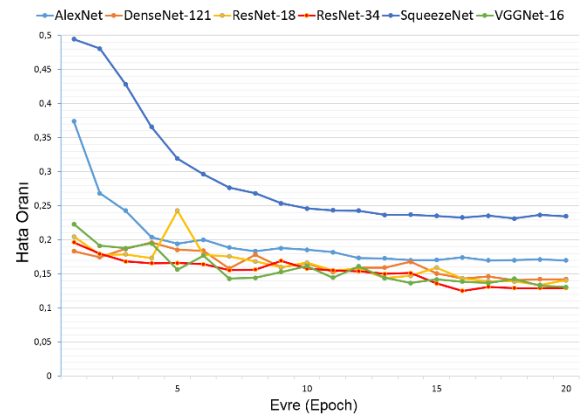
DenseNet-121 mimarisi ile yapılan deneyde 17. evrede %85,93 doğruluk ile %92,92 oranında AUC değeri elde edilmiştir. ResNet-18 mimarisi ile yapılan deneyde 18.evrede %86,61 doğruluk ve %93,03 AUC değeri elde edilmiştir. Resnet-34 mimarisi ile yapılan deneyde 15. evrede %87,51 doğruluk ve %94,04 AUC değeri elde edilmiş olup 16. evreden 20. evreye kadar elde edilen değerler %87 ile %87,2 aralığında değişmiştir. SqueezeNet mimarisi ile 17. evrede %76,87 doğruluk ve %81,06 oranında AUC değeri elde edilmiştir. VGGNet-16 mimarisi ile yapılan deneyde ise 19. evrede %86,95 doğruluk ve %93,85 oranında AUC değeri elde edilmiştir. AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16 ile yapılan deneylerde 20 evre süresince elde edilen doğruluk, AUC skoru ve hata oranı değerleri sırasıyla Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 4. Derin öğrenme mimarilerinin 20 evre süresince doğrulama kümesi üzerinde elde ettikleri doğruluk değerlerinin grafiksel gösterimi.



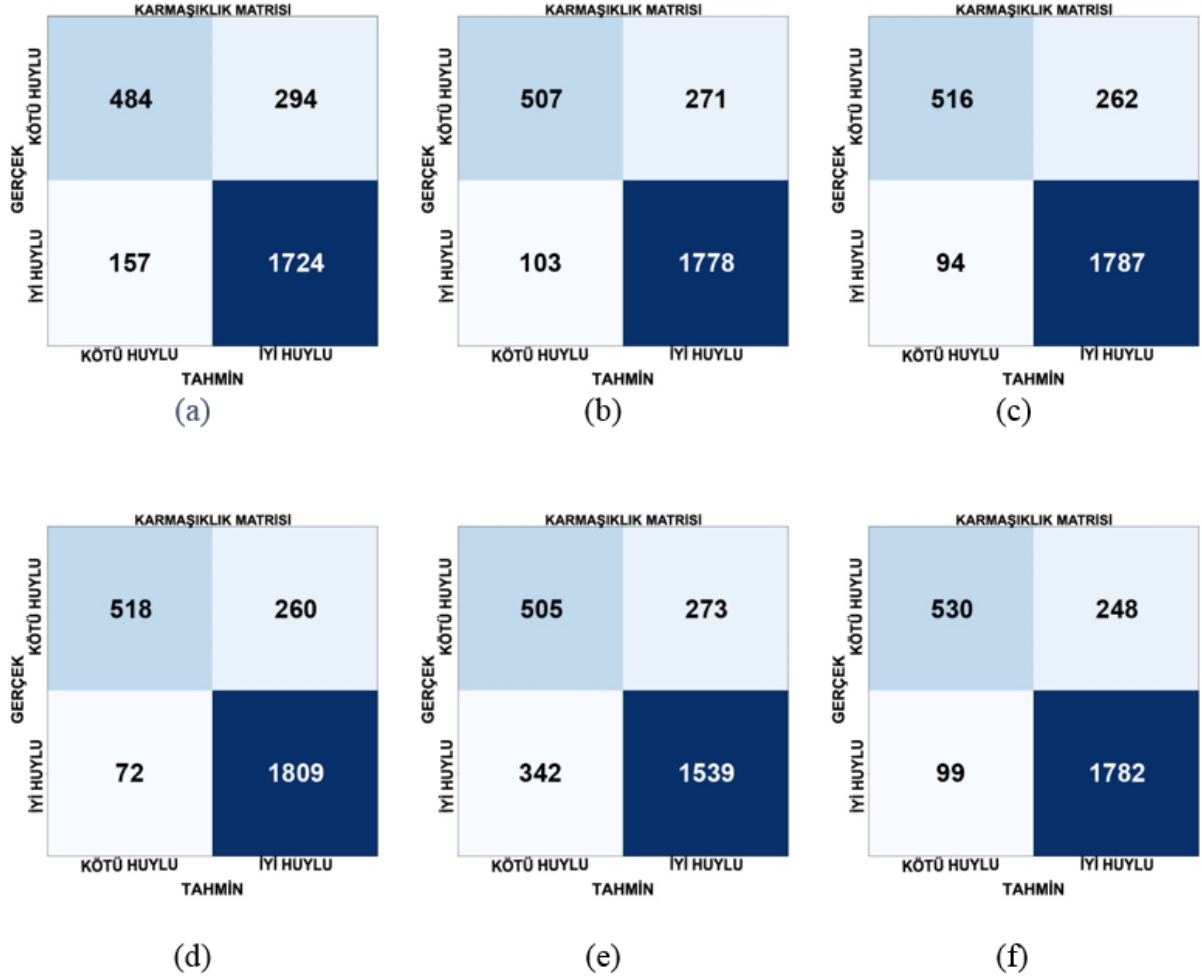
Şekil 5. Derin öğrenme mimarilerinin 20 evre süresince doğrulama kümesi üzerinde elde ettikleri AUC değerlerinin grafiksel gösterimi.



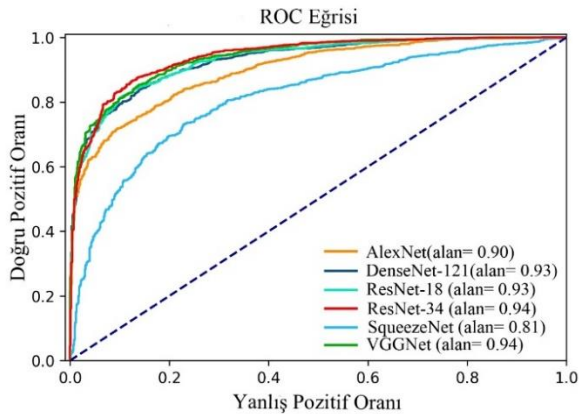
Şekil 6. Derin öğrenme mimarilerinin 20 evre süresince doğrulama kümesi üzerinde elde ettikleri hata oranı değerlerinin grafiksel gösterimi.

AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16 derin öğrenme mimarilerinin sınıflandırma işlemi sonucunda doğru ve yanlış tespit ettiği iyi ve kötü huylu cilt lezyonlarının sayıları Şekil 7'de gösterilmektedir. AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16 derin öğrenme mimarilerinin sınıflandırma işlemi sonucunda elde ettikleri doğru pozitif oranı ve yanlış pozitif oranını

gösteren ROC eğrisi Şekil 8'de gösterilmektedir. Şekil 8'de gösterilen ROC eğrisinde eğri altında kalan alan, derin öğrenme mimarilerinin sınıflandırma sonucu elde ettiği sınıflama başarı oranını göstermektedir. Yüzdeler olarak gösterilen bu oranlar AlexNet için %90, Densenet-121 için %93, Resnet-18 için %93, Resnet-34 için %94, SqueezeNet için %81 ve VGGNet-16 için ise %94'tür.



Şekil 7. Karmaşıklık matrisi (a) AlexNet (b) DenseNet-121 (c) ResNet-18 (d) ResNet-34 (e) SqueezeNet (f) VGGNet-16.



Şekil 8. Derin öğrenme mimarilerinin sınıflandırma performansını gösteren ROC eğri grafiği.

4. Tartışma

Cilt kanserlerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması için literatürde çok sayıda çalışma ve yöntem bulunmaktadır (Premaladha ve Ravichandran, 2016; Balaji ve ark., 2020; Xie ve ark., 2020). Bunlar genellikle klasik makine öğrenimi ve derin öğrenmeye dayalı yöntemlerdir. Klasik makine öğrenimi yöntemlerinde cilt kanseri sınıflandırması genel olarak dört adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar sırasıyla; görüntü ön işleme, lezyonun segmentasyonu, lezyondan öz niteliklerin çıkarılması ve öz nitelikleri öğrenip sınıflandırması için klasik makine öğrenimi algoritmalarının uygulanmasıdır (Oliveira ve ark., 2018; Cinarer ve Emiroglu, 2020). Sınıflandırma performansı ise ilgili bölgeden çıkarılan bu öz niteliklere bağlıdır. Deri lezyonlarında bulunan kıllar, bulanık sınırlar ve kabarcıklar öz niteliklerin çıkarılmasını, lezyon segmentasyonunu ve buna bağlı yapılan sınıflandırma

performansını olumsuz etkilemektedir (Oliveira ve ark., 2018). Derin öğrenme mimarileri verinin temsilinden öğrenme işlemini gerçekleştirerek sınıflandırma yapabilmektedir. (Russakovsky ve ark., 2015). Literatürde, evrimsel sinir ağlarının, deri lezyonu (Brinker ve ark., 2018), beyin tümörü (Deepak ve Ameer, 2019), meme kanseri (Khan ve ark., 2019) gibi birçok tıbbi görüntü analizi için kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Litjens ve ark., 2017).

Esteva ve ark. (2017) cilt kanseri tespiti için ESA modelini 129450 klinik görüntü ile sıfırdan eğitmiş ve sonuçları 21 kurul sertifikalı dermatolog sınıflaması ile karşılaştırmıştır. Önerdikleri model, dermatologlardan daha doğru sonuçlar vermiştir. Lopez ve ark. (2017) 1279 dermoskopi görüntüsünü sınıflandırmak için önce ESA modelini sıfırdan eğitmişlerdir. Yapılan deneyde elde edilen %66 doğruluk değeri yeterli sayıda veri olmadığında ESA'ları sıfırdan eğitmenin iyi fikir olmadığını göstermektedir. Aynı çalışmada transfer öğrenme ile yapılan farklı bir deneyde, ImageNet ağırlıkları kullanılarak oluşturulan ESA mimarisi ile %81,33 doğruluk değeri elde edilmiştir.

Kassani ve Kassani (2019) kötü huylu deri lezyonlarını tespit amacıyla transfer öğrenme algoritmalarını kullanmış ve karşılaştırmalı analizler sunmuşlardır. ISIC 2018 verileri kullanılan çalışmada veri seti ön işlemden geçirildikten sonra sınıf dağılımındaki dengesizliği gidermek için veri arttırma yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan denemelerde ResNet-50 mimarisi ile %92,08'lik doğruluk değeri elde etmişlerdir. Ayan ve Ünver (2018) ISIC arşivinden elde ettikleri 500 iyi huylu ve 500 kötü huylu dermoskopi görüntüsü üzerinde veri arttırma yaparak ESA tabanlı sınıflandırma işlemi gerçekleştirmişlerdir.

Çalışma sonucunda aynı modelin artırılmamış verilerle %78, artırılmış verilerde ise %81 doğruluk değerine ulaştığı görülmüştür. Rashid ve ark. (2019) cilt lezyon sınıflandırması için ISIC 2018 veri seti üzerinde çekişmeli üretici ağ (GAN) tabanlı veri arttırma yöntemi kullanmışlardır. Görüntüleri ResNet ve DenseNet mimarileriyle sınıflandırmışlar ve sırasıyla %79 ve %89 doğruluk değerleri elde etmişlerdir. Yine çekişmeli üretici ağ yöntemi kullanılarak veri arttırma gerçekleştirilen ESA tabanlı sınıflandırma modelinde ise %86 doğruluk elde etmişlerdir. Quang (2017) ISIC 2017 yarışmasında kullanılan 2000 adet görüntüyü veri arttırma yöntemleri ile 6000 adete çıkararak sınıflandırma gerçekleştirmişlerdir. VGGNet-16 mimarisi kullanılan deneyde %87 ortalama doğruluk değeri elde edilmiştir. Harangi (2017) cilt kanseri sınıflandırması için GoogleNet, ResNet, AlexNet ve VGGNet mimarilerinin çıktılarını birleştiren hibrit bir model önermiştir. Veri setinde bulunan toplam 2000 adet görüntüyü veri arttırma yöntemleri ile 14300 adede çıkartmıştır. Yapılan deneyler sonucunda önerilen sistemin elde ettiği doğruluk değeri %86,6'dır. Kawahara ve ark. (2016) cilt görüntülerini sınıflandırmak için daha önceden eğitilmiş ESA modeli kullanarak ve veri arttırma yöntemini

kullanarak ikili sınıflandırmada %94,8 doğruluk elde etmişlerdir.

Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak yalnızca en kötü huylu melanom değil, tüm kötü huylu cilt kanseri türleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Cilt kanserinin tespiti için 6 farklı derin öğrenme mimarisi ile yapılan deneyler sonucunda doğruluk kategorisinde %87,5, AUC skoru kategorisinde %94, F-skor kategorisinde %84 ve kesinlik kategorisinde %87 oranı ile Resnet-34 mimarisi en iyi performansı göstermiştir. Resnet-34 mimarisi, aynı zamanda en düşük hata oranına sahiptir. VGGNet-16 mimarisinin hassasiyet kategorisinde gösterdiği performans dikkat çekmektedir. AUC skorunda ise VGGNet-16 ve Resnet-34 mimarisin gösterdiği performans birbirine oldukça yakındır. Tüm kategorilerde en kötü performansı SqueezeNet mimarisi göstermiştir. Buna rağmen SqueezeNet'in gösterdiği %76 doğruluk ve %81 AUC skoru oranı, literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında iyi bir performans olarak not edilmelidir. ResNet-18 mimarisinin başarımı, DenseNet-121 mimarisinin başarımını az farkla da olsa geçmiştir.

Karmaşıklık matrislerine bakıldığında Resnet-34 mimarisinin iyi huylu ve kötü huylu cilt lezyonlarını ayırt etmede daha başarılı olduğu görülmektedir. VGGNet-16 mimarisinin doğru olarak tahmin ettiği kötü huylu lezyon sayısı ResNet-34 mimarisinden 12 adet daha fazladır. Fakat kötü huylu olarak tahmin ettiği ve gerçekte iyi huylu olan cilt lezyonlarının sayısının da 27 adet daha fazla olduğu görülmektedir.

Resnet-18 mimarisinin VGGNet-16'dan daha başarısız sonuçlar elde etmesine rağmen doğru tahmin ettiği iyi huylu görüntü sayısı VGGNet-16'dan fazladır. En başarısız sonuçları elde eden SqueezeNet mimarisinin ise doğru tahmin ettiği kötü huylu lezyonların sayısının AlexNet'den fazla olduğu görülmektedir. Fakat gerçekte iyi huylu olan lezyonların 342 tanesini kötü huylu tahmin ederek AlexNet'den daha başarısız sonuç elde etmiştir.

Deneyde kullanılan 6 derin öğrenme mimarisinin Şekil 8'de gösterilen ROC eğrilerine bakıldığında ResNet-34 mimarisinin en yüksek sınıflama başarımı gösterdiği görülmektedir. Sınıflama başarımında VGGNet-16 mimarisi ResNet-34 mimarisine yakın bir değer üretmiştir. DenseNet-121 ve Resnet-18 ise birbirlerine yakın sınıflama başarımına sahiptir. Sınıflama başarımı en düşük olan mimari ortalama %81 ile SqueezeNet olmuştur.

En kötü huylu olan melanomlar, melanositik pigmentlere sahiptir. Veri setinde aynı pigmentlere sahip olan melanositik nevüs görüntülerinin sayısı melanomların sayısının 4 katından fazladır. Bununla birlikte, 7 hastalığı iyi huylu ve kötü huylu olarak ayırdığımızda melanositik olmayan bazal hücreli karsinom ve aktinik keratoz hastalığına ait görüntülerin az olması ve melanositik olmayan iyi huylu cilt lezyonlarına benzemeleri sınıflandırma görevini zorlaştırmaktadır.

Literatürde cilt lezyonlarının sınıflandırılması ile ilgili yapılan çalışmalarda, verilere genellikle görüntü işleme

teknikleri kullanılarak ön-işlem uygulanmıştır (Kassani ve Kassani, 2019). Bazı çalışmalarda ise cilt lezyonlarında bulunan kıl, kabarcık, cetvel izi ve benzeri faktörler temizlenerek sınıflandırma yapılmıştır (Hameed ve ark., 2020).

Bu çalışmada, ham görüntüler sadece yeniden boyutlandırılarak iyi ve kötü huylu cilt lezyonları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte elde edilen sınıflandırma sonuçları literatürle karşılaştırıldığında (Kawahara ve ark., 2016; Esteva ve ark., 2017; Lopez ve ark., 2017; Quang, 2017; Harangi, 2017; Ayan ve Ünver, 2018; Kassani ve Kassani, 2019b; Rashid ve ark., 2019) oldukça iyi ve kabul edilebilir düzeydedir.

5. Sonuç

Cilt kanseri dünyada en sık görülen kanserlerin başında yer almaktadır. Bu çalışmada, iyi ve kötü huylu cilt lezyonlarının tespit edilmesi için derin öğrenme tabanlı sınıflandırma gerçekleştirilmiş ve sınıflandırma için kullanılan mimarilerin performansları karşılaştırılmıştır. Derin öğrenme mimarileri verinin temsilinden özellikleri öğrenerek sınıflandırma yapmaktadır. Veri setinin büyüklüğü ve çeşitliliği sınıflandırma performansını artırmaktadır. Bu sebeple, verilerin %60'ı yatay ve dikey çevirmeler, açılı değiştirme, yakınlaştırma, rastgele kontrast ve parlaklık artırma teknikleri ile çoğaltılarak sınıflandırma mimarisinin performansını arttırmak ve aşırı uyumu engellemek amacıyla eğitim aşamasında kullanılmıştır. Deneyler için AlexNet, DenseNet-121, ResNet-18, ResNet-34, SqueezeNet ve VGGNet-16 mimarileri kullanılmıştır.

Kullanılan veri seti üzerinde yapılan deneyler ResNet-34 mimarisi ile %87,51 sınıflandırma doğruluğu ve %94,04 AUC skoru elde edilmiştir. En başarısız sonuç ise %76,87 sınıflandırma doğruluğu ile SqueezeNet mimarisinden elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, literatürde var olan örnekler ile karşılaştırıldığında tüm cilt kanseri türlerinin tespiti için oldukça başarılı bir performans elde edildiği söylenebilir.

Gelecek çalışmalarda, cilt kanseri tespiti için dermoskopi görüntülerinde bulunan gürültülerden dolayı lezyon bölgesi otomatik bölümlenerek derin öğrenme mimarilerinin ayırt edici özellikleri daha iyi görmesini sağlamak ve sınıflandırıcı hiper-parametrelerinde iyileştirmeler yaparak sınıflandırma başarısının artırılması hedeflenmektedir. Aynı zamanda veri setinde bulunan kötü huylu lezyonların sayısını arttırmak da performansı olumlu yönde etkileyecektir.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay

Bu çalışmada, ISIC (Uluslararası Cilt Görüntüleme İşbirliği) 2018'de eğitim seti olarak kullanılan HAM10000 veri seti kullanıldığı için etik kurul onayı gerekmemekte olup temin edilmemiştir.

Kaynaklar

- Abbas Q, Celebi ME, Serrano C, Garcia IF, Ma G. 2013. Pattern classification of dermoscopy images: A perceptually uniform model. *Pattern Recog*, 46(1): 86-97.
- Adegun AA, Viriri S. 2020. FCN-based DenseNet framework for automated detection and classification of skin lesions in dermoscopy images. *IEEE Access*, 8: 150377-150396.
- Anonymous, 2021. Convolutional Neural Networks. URL: <https://www.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network-matlab.html> (erişim Tarihi: 10 Mayıs 2021)
- Ayan E, Ünver HM. 2018. Data augmentation importance for classification of skin lesions via deep learning. In: *Proceedings of Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT)*, 18-19 April 2018, İstanbul, Turkey, pp. 1-4.
- Balaji VR, Suganthi ST, Rajadevi R, Kumar VK, Balaji BS, Pandiyan S. 2020. Skin disease detection and segmentation using dynamic graph cut algorithm and classification through Naive Bayes classifier. *Measurement*, 163: 107922.
- Binder M, Schwarz M, Winkler A, Steiner A, Kaider A, Wolff K, Pehamberger H. 1995. Epiluminescence microscopy: a useful tool for the diagnosis of pigmented skin lesions for formally trained dermatologists. *Archives Dermatol*, 131(3): 286-291.
- Brinker TJ, Hekler A, Utikal J S, Grabe N, Schadendorf D, Klode J, Von Kalle C. 2018. Skin cancer classification using convolutional neural networks: systematic review. *J Medical Internet Res*, 20(10): e11936.
- Capdehourat G, Corez A, Bazzano A, Alonso R, Musé P. 2011. Toward a combined tool to assist dermatologists in melanoma detection from dermoscopic images of pigmented skin lesions. *Pattern Recog Letters*, 32(16): 2187-2196.
- Celebi ME, Iyatomi H, Stoecker WV, Moss RH, Rabinovitz HS, Argenziano G, Soyer HP. 2008. Automatic detection of blue-white veil and related structures in dermoscopy images. *Comput Medical Imaging and Grap*, 32(8): 670-677.
- Celebi ME, Kingravi HA, Uddin B, Iyatomi H, Aslandogan YA, Stoecker WV, Moss RH. 2007. A methodological approach to the classification of dermoscopy images. *Comput Medical Imaging and Grap*, 31(6): 362-373.
- Cinarer G, Emiroglu BG. 2020. Classification of brain tumours using radiomic features on MRI. *New Trends and Issues Proc on Adv in Pure and App Sci*, 12: 80-90.
- Deepak S, Ameer PM. 2019. Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning. *Comp in Biol and Medicine*, 111: 103345.
- Deng L, Yu D. 2014. Deep learning: methods and applications. *Foundations and Trends in Signal Proc*, 7(3-4): 197-387.
- Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. 2017. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639): 115-118.
- Fırıldak K, Talu MF. 2019. Evrimsel sinir ağlarında kullanılan transfer öğrenme yaklaşımlarının incelenmesi. *Bilgisayar Bil*, 4(2): 88-95.
- Garbe C, Peris K, Hauschild A, Saiag P, Middleton M, Spatz A, Eggermont A. 2010. Diagnosis and treatment of melanoma: European consensus-based interdisciplinary guideline. *European J Cancer*, 46(2): 270-283.
- Hameed N, Shabut A M, Ghosh M K, Hossain M A. 2020. Multi-

- class multi-level classification algorithm for skin lesions classification using machine learning techniques. *Expert Sys with App*, 141: 112961.
- Harangi B. 2018. Skin lesion classification with ensembles of deep convolutional neural networks. *J Biomed Informatics*, 86: 25-32.
- He K, Zhang X, Ren S, Sun J. 2016. Deep residual learning for image recognition. In: *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pp. 770-778, 27-30 June 2016, Las Vegas, USA.
- Howard J, Gugger S. 2020. Fastai: A layered API for deep learning. *Information*, 11(2): 108.
- Huang G, Liu Z, Van Der Maaten L, Weinberger KQ. 2017. Densely connected convolutional networks. In: *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 21-26 July 2017, Honolulu, HI, USA, pp. 4700-4708.
- Iandola FN, Han S, Moskewicz MW, Ashraf K, Dally WJ, Keutzer K. 2016. SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50x fewer parameters and < 0.5 MB model size. *arXiv preprint arXiv:1602.07360*.
- Jerant, AF, Johnson JT, Sheridan CD, Caffrey TJ. 2000. Early detection and treatment of skin cancer. *American Family Physician*, 62(2): 357-368.
- Kassani SH, Kassani PH. 2019. A comparative study of deep learning architectures on melanoma detection. *Tissue and Cell*, 58: 76-83.
- Kawahara J, BenTaieb A, Hamarneh G. 2016. Deep features to classify skin lesions. In: *2016 IEEE 13th International symposium on biomedical imaging (ISBI)*, pp. 1397-1400, 13-16 April 2016, Prague, Czech Republic.
- Khan S, Islam N, Jan Z, Din IU, Rodrigues JJC. 2019. A novel deep learning based framework for the detection and classification of breast cancer using transfer learning. *Pattern Recog Letters*, 125: 1-6.
- Kittler H, Pehamberger H, Wolf K, Binder M. 2002. Diagnostic accuracy of dermoscopy. *The Lancet Oncol*, 3(3): 159-165.
- Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. 2012. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Inf Proc Sys*, 25: 1097-1105.
- LeCun Y, Bottou L, Bengio Y, Haffner P. 1998. Gradient-based learning applied to document recognition. *IEEE*, 86(11): 2278-2324.
- Litjens G, Kooi T, Bejnordi BE, Setio AAA, Ciompi F, Ghafoorian M, van der Laak JAWM, van Ginneken B, Sánchez CI. 2017. A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Anal*: 42, 60-88.
- Lopez AR, Giro-i-Nieto X, Burdick J, Marques O. 2017. Skin lesion classification from dermoscopic images using deep learning techniques. In: *Proceedings of 13th IASTED International conference on biomedical engineering (BioMed)*, IEEE, February 20 – 21, 2017. Innsbruck, Austria, pp. 49-54.
- Narayanamurthy V, Padmapriya P, Noorasafrin A, Pooja B, Hema K, Nithyakalyani K, Samsuri F. 2018. Skin cancer detection using non-invasive techniques. *RSC Adv*, 8(49): 28095-28130.
- Oliveira RB, Papa JP, Pereira AS, Tavares JMR. 2018. Computational methods for pigmented skin lesion classification in images: review and future trends. *Neural Comput and App*, 29(3): 613-636.
- Pacal I, Karaboga D, Basturk A, Akay B, Nalbantoglu U. 2020. A comprehensive review of deep learning in colon cancer. *Comp in Biol and Medicine*, 126: 104003.
- Premaladha, J, Ravichandran KS. 2016. Novel approaches for diagnosing melanoma skin lesions through supervised and deep learning algorithms. *J Medical Sys*, 40(4): 1-12.
- Psaty EL, Halpern AC. 2009. Current and emerging technologies in melanoma diagnosis: the state of the art. *Clinics in Dermatology*, 27(1): 35-45.
- Purnama IKE, Hernanda AK, Ratna AAP, Nurtanio I, Hidayati AN, Purnomo MH, Rachmadi RF. 2019. Disease classification based on dermoscopic skin images using convolutional neural network in teledermatology system. In: *Proceedings of International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM)*, November 19 - 20, 2019, Surabaya, Cava, pp. 1-5.
- Quang NH. 2017. Automatic skin lesion analysis towards melanoma detection. In: *Proceedings of 21st Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES)*, 15-17 November 2017, Hanoi, Vietnam, pp. 106-111.
- Rashid H, Tanveer MA, Khan HA. 2019. Skin lesion classification using GAN based data augmentation. In: *Proceedings of 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 23-27 July 2019, Berlin, Germany, pp. 916-919.
- Rey-Barroso L, Peña-Gutiérrez S, Yáñez C, Burgos-Fernández FJ, Vilaseca M, Royo S. 2021. Optical Technologies for the Improvement of Skin Cancer Diagnosis: A Review. *Sensors*, 21(1): 252.
- Russakovsky O, Deng J, Su H, Krause J, Satheesh S, Ma S, Fei-Fei L. 2015. Imagenet large scale visual recognition challenge. *Int J Comp Vision*, 115(3): 211-252.
- Schmidhuber J. 2015. Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61: 85-117.
- Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. 2021. *Cancer Statistics, 2021*. CA: a Cancer J Clinicians, 71(1): 7-33.
- Simonyan K, Zisserman A. 2014. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*.
- Thomas L, Puig S. 2017. Dermoscopy, digital dermoscopy and other diagnostic tools in the early detection of melanoma and follow-up of high-risk skin cancer patients. *Acta Dermato Venereologica*, 218: 14-21.
- Tschandl P, Rosendahl C, Kittler H. 2018. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. *Scientific Data*, 5(1): 1-9.
- Xie Y, Zhang J, Xia Y, Shen C. 2020. A mutual bootstrapping model for automated skin lesion segmentation and classification. *IEEE Transact on Medical Imag*, 39(7): 2482-2493.



EFFECT OF RIB SHAPE ON FLOW REGIME AND HEAT TRANSFER

Seyhun DURMUŞ^{1*}


¹Edremit School of Civil Aviation, Balıkesir University, 10145, Balıkesir, Turkey

Abstract: In current study, flow behavior and heat transfer properties in a square channel roughened with square, right triangle, isosceles triangle and circular ribs were examined. The validation test was performed for an experimental square rib case with a pitch ratio (P/e) of 9 and a blockage ratio (e/H) of 0.1. Only to examine the rib shape factor; height, base width, and rib spacing were taken the same in all cases. The study investigated the effect of various rib shapes on flow characteristics, overall thermal performances, normalized heat transfer distributions, and friction factors (pressure losses) at Reynolds numbers of 30,000 and 60,000. As a result of the numerical study, it was found that the rib shape effect did not cause as big differences in the flow properties as the blockage ratio (rib height) and pitch ratio (rib spacing) effect. In terms of the average Nusselt number enhancement, the right triangular ribbed case performed best, circular ribbed case performed worst, while the isosceles ribbed case performed better than square ribbed case. The isosceles ribbed case and right triangular ribbed case cause higher friction factor and pressure loss, while minimum friction is obtained in circular ribbed case and then in square ribbed case. As a result, in terms of overall thermal performances, right triangular ribbed case provided the best performance, followed by isosceles triangular ribbed case. The circular ribbed case produced less friction than the square ribbed case. The thermal performance of the square ribbed case was slightly higher than that of circular ribbed case.

Keywords: Rib shape, Rib-roughened channels, Convective heat transfer, Cooling ducts, CFD

*Corresponding author: Edremit School of Civil Aviation, Balıkesir University, 10145, Balıkesir, Turkey

E mail: drmsyhn@gmail.com (S. DURMUŞ)

Seyhun DURMUŞ  <https://orcid.org/0000-0002-1409-7355>

Received: February 17, 2021

Accepted: August 20, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Durmuş S. 2021. Effect of rib shape on flow regime and heat transfer. BŞJ Eng Sci, 4(4): 201-208.

1. Introduction

Turbulators are ribs in cooling channels that increase heat transfer by periodically interrupting the main flow and boundary layer. Rib-roughened ducts have many applications: Heat exchangers, solar air heaters, the electronics cooling systems, scram-jet inlets, internal cooling turbine blades, nuclear reactors, etc. There are many factors affect the aerothermal behavior of rib roughened ducts: Channel geometry (rectangular, square, trapezoidal, triangular), rib profile shape, blockage ratio, rib pitch, rib angle to the mainstream (30, 45, 60), rib configurations (staggered, transverse, V shape), 180° turn effect for multi-passed channels etc. There are many studies on these effects in the literature. Many studies have been done on channel aspect ratios (AR) in rectangular cooling ducts. The pressure drops in wide channels (AR=2:1 AR=4:1) are greater than in narrow channels (AR=1:4, AR=1:2). As a result of these studies, it was concluded that ribs increase heat transfer but cause pressure drop due to surface friction and rib form drag effect (El Hadrami et al., 2002; Lee et al., 2003; Su et al., 2004). A numerical study was carried out on the heat transfer and friction factor in a hemispherical rib roughened equilateral triangular duct (Kumar and Kumar, 2017). Many experimental studies have been conducted on trapezoidal two-pass channels (Moon et al.,

2002; Lee, 2007). The effect of rib shape, rib spacing, rib angle, rib alignment was mostly studied in square channels (Han, 2013). It has been found that a large pressure drop occurs in the U-turn zone of multi-pass channels. (Chyu, 1989). The rib height is an important factor in determining the behavior of cooling air. The blockage ratio (e/H) is typically taken in the range of 0.05-0.2 as the high blockage ratios cause an increase in friction factor and a decrease in thermal performance. The rib spacing or rib pitch to height ratio (P/e) has a significant effect on air recirculation and reattachment behavior. Rib pitch/ rib height ratios studied in the literature are typically in the 6-12 range (Keshmiri et al., 2002; Liu et al., 2006).

The rib angle-the angle of the rib to the mainstream- is another factor affecting the heat transfer coefficient. Initial studies were done on orthogonal (90°) ribs, but later studies were mostly done with transverse ribs (30°, 45°, 60°). It has been found that transverse rib arrays provide better thermal performance than orthogonal rib arrays (Han, 2007). Rib alignment configurations also affect heat transfer and flow properties. There are many studies on rib alignment configurations in the literature: staggered, discrete, parallel, truncated, continuous, V-shaped, W-shaped, etc. (Cho et al., 2000; Liu et al., 2006). The entrance length, entrance shape, refrigerant type,



numbers of ribbed walls, Reynolds number, and Prandtl number are other factors affecting the thermal performance of cooling ducts. Sharp-edge rib profiles have higher heat transfer enhancement than round rib profiles, but round ribs provide a lower friction factor that is, they cause less pressure loss. In a three-dimensional experimental study for delta-shaped and wedge-shaped rib profiles; it was concluded that delta-shaped ribs provide better thermal performance than wedge ribs (Han et al., 1993). The effect of triangular, square, and hemispherical rib shapes on heat transfer coefficients has been studied for a constant friction factor (Chandra et al., 1998). Ahn (2001) conducted a similar study of Chandra et al. (1998) and suggested that triangular ribs provide higher thermal performance. Tapered ribs with reduced in the direction of flow were found to provide higher thermal performance than square ribs (Wang and Sudden, 2007). Ekiciler (2021) studied heat and flow characteristics with the RNG k-epsilon turbulence model in a triangular rib roughened channel, using four different fluids under turbulent forced convection conditions. There are few studies on aero-thermal effects of rib shapes, in the literature because old production techniques limited the production of some rib shapes. On the other hand, the newly developed 3D metal printing technology allows the production of different rib shapes. In current study, ANSYS Fluent 19.0, a commercial computational fluid dynamics software, was used in numerical analysis to investigate the the effect of flow regime occurring in different rib shapes on heat transfer enhancement. The validation tests were performed considering the experimental case of Rau et al. (1998). The paper aims to investigate whether the rib shape is as effective as blockage ratio (rib height) and pitch ratio (rib spacing) on the flow properties. Compared with the current literature (Han, 2013), the result of the study showed that the rib shape effect did not cause as large differences in flow characteristics, as the blockage ratio and pitch ratio effect. The present study differs from the existing studies in revealing the effect of various rib shapes (square, right triangle, isosceles triangle and circular ribs) on flow characteristics, overall thermal performances, normalized heat transfer distributions, and pressure losses. In addition, all the effects examined were made for Reynolds numbers, 30,000 and 60,000, and the effect of the Reynolds number was also discussed.

2. Material and Methods

2.1. Physical Models, Grid, Boundary Conditions, and Computational Details

Computer-aided design (CAD) models of rib roughened cooling ducts generated on basis of the Rau et al. (1998)'s experimental case with a 1.5 scale. The dimensionless parameters (blockage ratio is $e/D_h=0.1$, the rib pitch is the $P/e=9$) are the same as Rau et al's experimental case. In all cases, rib heights (e) and rib base widths (w) are

taken as 15 mm and the channel height-hydraulic diameter-150 mm. To focus on the shape effect, the rib pitch and the blockage ratio are the same for all physical models. Figure 1 (a, b, c, d) shows the square, right triangular, isosceles triangular, and circular shape models. The Reynolds number is defined by the bulk velocity, not inlet velocity. The channel length (3.2 meters) has been kept long enough to minimize the adverse effects of the inlet length, adverse effect of the un-periodicity of ribs, and the adverse effect of backflow in the outlet region. The base area between the ribs was divided into 10 sub-zones as shown in Figure 1. (f), then the area-weighted local Nusselt number for each region was numerically obtained. Constant heat flux was applied to the base plate. The inlet temperature was fixed at 300 K. The plexiglass material was selected as a base and wall material. No-slip boundary conditions were applied on all the walls and ribs. Specific heat capacity and thermal conductivity of air with temperature variation were calculated by the piecewise linear functions. Coarse (node numbers~500X500), medium (node numbers~700X700), and fine (node numbers~900X900) mesh sizes were applied to the CAD models. Considering the average values of the normalized heat transfer, the fine grid (Figure 1-e) gave more consistent results with a 0.1% margin of error than the other grids. Thus, over the 810,000 of node numbers were applied to all physical models. The wall was kept near to unity, so the near-wall mesh consideration- y^+ the first cell next to a wall was kept under 1.

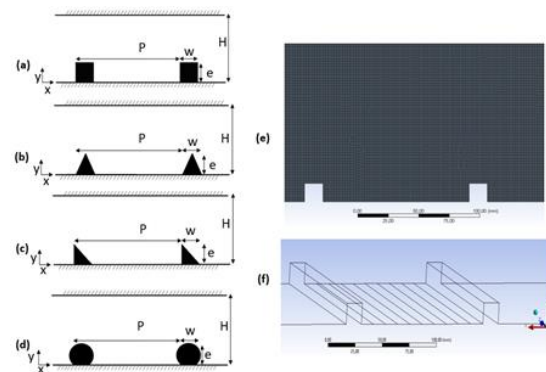


Figure 1. Square rib case (a), right triangular rib case (b), isosceles triangular rib case (c), and circular rib case (d). The generated mesh is indicated in (e) and the base area divisions are given in (f) for the local area-weighted average Nusselt number measurement.

Second-order scheme is chosen for momentum, turbulent dissipation, turbulent kinetic energy solutions. Validation tests have been performed repeatedly to find the successful turbulence models in flow pattern prediction with the experimental case. Reynolds Stress Model (RSM) produced better results than the first order Eddy Viscosity Models (EVM) models i.e. $k-\epsilon$ models, $k-\omega$ models. The superiority of RSM is due to fact that Reynolds stress equations contain terms of production

and body force that can respond to the effects of streamline curvature, rotation, and buoyancy (Sleiti and Kapat, 2004). Figure 2 shows heat transfer enhancement (Nu/Nu0) in the direction of normalized flow which includes experimental data and numerical results for some turbulence models. Reynolds Stress Model (RSM) is more successful in predicting heat transfer enhancement compared to Eddy Viscosity Models (k-ε models, SST k-ω models). In numerical simulations, the heat transfer estimates near the rib do not agree with the experimental data, while in the middle regions, the estimates are more consistent with the experimental data. Again, Keshmiri et al. (2002), in the validation of the experimental case of Rau et al. with the V2f turbulence model, they obtained a normalized heat transfer enhancement similar to the results obtained in present study.

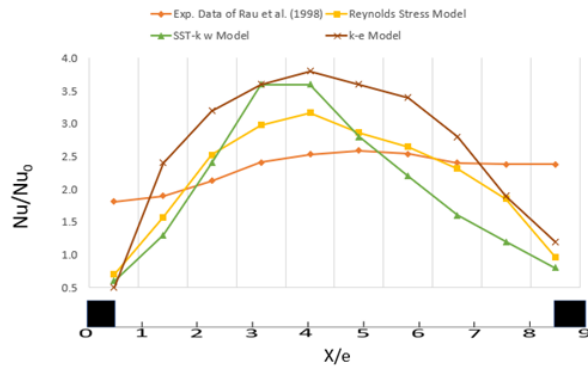


Figure 2. Numerical validation tests for square rib case including different turbulence models. The curves show the normalized heat transfer enhancement at floor.

2.2. Governing Equations and Thermohydraulic Properties

Continuity equation, conservation momentum, and energy are governing equations in computational fluid dynamics. Continuity, momentum in the x-direction, and energy equations are given equations 1, 2 and 3:

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \nabla \cdot \vec{V} = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{Du}{Dt} = \rho g_x + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} \quad (2)$$

$$\rho c_v \frac{DT}{Dt} = \nabla \cdot k \nabla T - p \nabla \cdot \vec{V} + \mu \Phi \quad (3)$$

Local Nusselt number (Nu) is given in equations 4 and 5. The ratio of convective heat transfer to conductive heat transfer normal to the boundary. Heat transfer coefficient (h) is defined as the ratio of the heat flux and the temperature difference between the wall and the bulk air. Equation 6 explains the relationship between the shear stress and convective-conductive heat transfer ratio.

$$Nu = hD_h/k \quad (4)$$

$$h = q / (T_w - T_b) \quad (5)$$

$$Nu = \frac{qD_h}{k(T_w - T_b)} \quad (6)$$

The normalized Nusselt number (Nu0) is calculated from the smooth passage. The Dittus-Boelter correlation is given in the equation 7, where the Prandtl number (Pr) is 0.71.

$$Nu_0 = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad (7)$$

The friction factor (f) is the ratio of the wall shear to the dynamic pressure of the flow (equation 8). The average effective friction factor depends on pressure drop (Δp), inlet velocity, hydraulic diameter, and length scale.

$$f = \frac{\tau_w}{0,5\rho U_0^2} = \frac{\Delta P D_h}{2\rho U_0^2 L} \quad (8)$$

The normalized friction factor for a smooth passage is calculated by the Blasius equation and is simply a function of the Reynolds number (equation 9).

$$f_0 = 0.0791 Re^{-0.25} \quad (9)$$

The pressure coefficient (equation 10) is the ratio of difference between the static pressure and the reference pressure to the dynamic pressure of the bulk air. The reference pressure was measured in the mid-section plane of any two ribs.

$$C_p = \frac{P_s - P_{ref}}{0,5\rho U_0^2} \quad (10)$$

The overall thermal performance (TEP) of the rib roughened duct is obtained from the ratio of normalized ratio of heat transfer and normalized ratio of friction factor to the power of -1/3 (equation 11).

$$TEP = \left(\frac{Nu}{Nu_0}\right) / \left(\frac{f}{f_0}\right)^{-1/3} \quad (11)$$

3. Results and Discussion

In current study, the numerical simulations were performed on the ducts roughened with square ribs, isosceles triangular ribs, right triangular ribs, and circular ribs. The results of the analysis showed that the velocity distributions did not change much for the different rib shapes. Since the streamwise velocity is more dominant than the wall-normal velocity, the behavior of the streamwise velocity component is almost parallel to the resulting velocity magnitude. The wall-normal velocity initially remained unchanged, then dropped slightly to a negative value and eventually rose to a positive peak. The wall-normal velocity became a negative value along with the recirculation bubble due to flow separation. After reattachment, the wall normal velocity began to increase and reached a positive peak upstream of the rib, where the turbulent eddy propagation was maximized. In square and circular rib cases, the wall adjacent temperature became maximum

just behind the rib, especially in the bottom region, because there was a small-scale additional recirculation zone there that prevented convective heat transfer. This is also the answer why square and circular ribs perform poorly; given the increase in average Nusselt number. In front of the rib, a small-scale temperature rise occurred adjacent to the wall in the region where a new boundary layer is formed. This is the starting point of the recirculation bubble developed by the entrained flow. Since changes in temperature are much more dominant than changes in pressure, air density shows a tendency similar to change in temperature. The flow separation pattern after ribs and reattachment before the following rib are almost similar; however, the size of the bubble in the recirculation zone is greatest for the isosceles triangular ribbed case. The size of the bubble in the recirculation zone is small for the square and circular ribbed cases. The position of the reattachment point after the recirculation zone indicates the peak values of the heat transfer. The flow was reattached at $0.4 x/P$ for the right triangle ribbed case and at $0.5 x/P$ for the isosceles triangle ribbed case. Figure 3 shows the ratio of the local Nusselt number to the normalized Nusselt number between any two ribs in the Reynolds numbers 30,000 and 60,000. While the wall temperatures showed similar trends at 30,000 Reynolds numbers, the wall temperatures showed different trends at 60,000 Reynolds numbers.

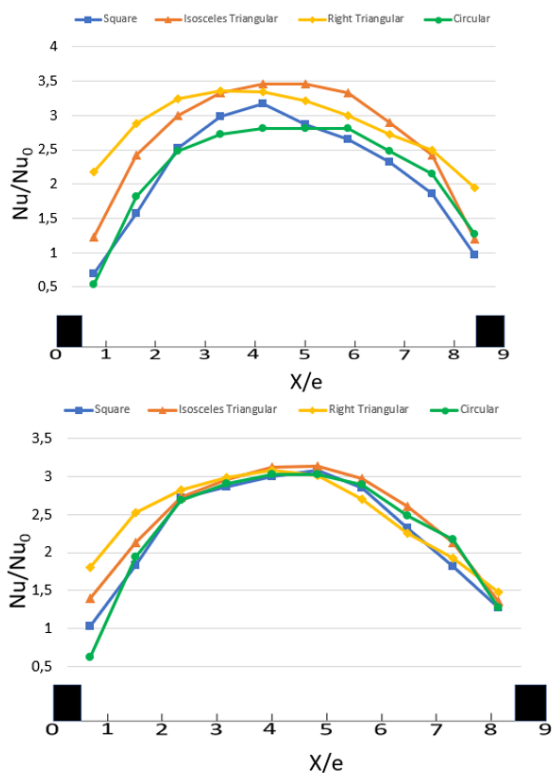


Figure 3. Normalized heat transfer-the the area-weighted average local Nusselt number of ribbed case/averaged Nusselt number of smooth duct case-distributions between any two ribs at 30,000 Reynolds numbers (up) 60,000 Reynolds numbers (down). Averaged Nusselt numbers are taken from the plane in mid-section of the duct ($z=0.075$ m) and from the floor.

In the 60,000 Reynolds number behind the rib region, the wall temperatures differ and then they show a similar tendency. Figure 4 shows the vector plots and Figure 5 shows the streamlines of flow velocity distributions.

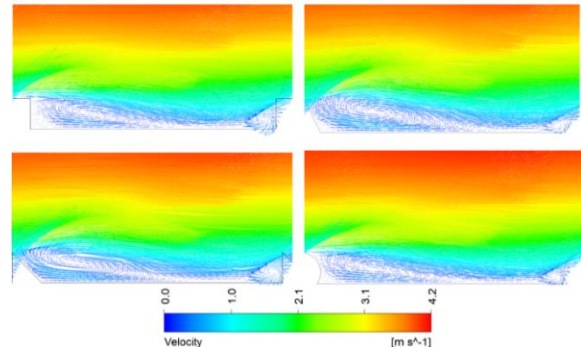


Figure 4. Vector plots of the flow velocity distributions.

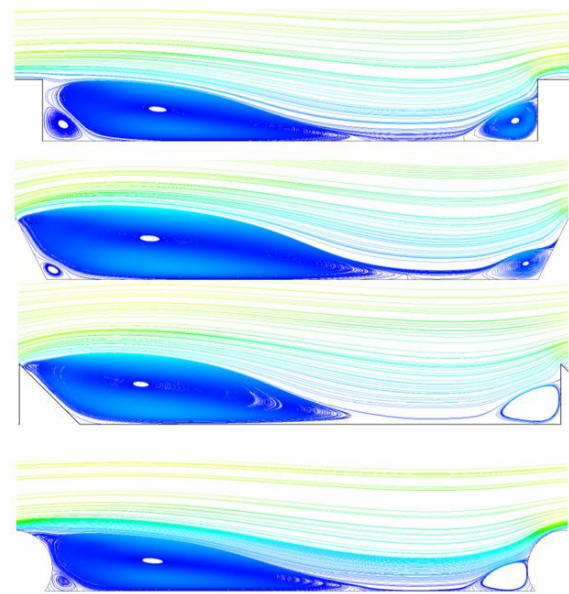


Figure 5. Illustration of streamlines for various rib shapes.

Interestingly, the inclined edges with decreasing in height in the direction of flow (right triangular and isosceles triangular) resulted in a higher normalized Nusselt number increase. If an additional performance comparison is made for the right triangular and isosceles triangular, it will be seen that the right triangular ribbed case provides better normalized Nusselt number, since the hypotenuse of the right triangular ribbed case is more inclined than the isosceles triangular ribbed case. An additional performance comparison is made for the right triangular and isosceles triangular, it will be seen that the right triangular ribbed case provides better normalized Nusselt number, since the hypotenuse of the right triangular ribbed case is more inclined than the isosceles triangular ribbed case. Besides, the second circulation bubble has formed in front of the rib is larger for steep obstacles. Therefore, the size of the second recirculation bubble ahead of the next ribs shows a similar tendency in the square and right triangular ribbed cases. Behind the rib (on left side of Figure 5) inclined edges generated large recirculation bubbles and steep edges generated small recirculation

bubbles. In contrast, in front of the next rib (on right side of Figure 5), steep edges generated large recirculation bubbles, while inclined edges generated small recirculation bubbles.

Fig. 6 shows the turbulence kinetic energy contours of the isosceles triangular rib and circular ribs. Turbulent kinetic energy increased between any two ribs at the height of the rib, reaching a peak around the rear corner upstream of the rib. A high turbulence kinetic energy core was formed along the line $Y/e=1$. The magnitude of turbulence kinetic energy gradually decreased towards to next rib. Also, sharp corners led to higher turbulence kinetic energy than round corners. The highest velocity magnitude occurred in the recirculation zone, followed by recovery zones. Favorable velocity gradients are their greatest value at the beginning of the reattachment zone (positive peak). Higher maximum positive velocities occurred due to the large clearance between the downstream rib and the reattachment point.

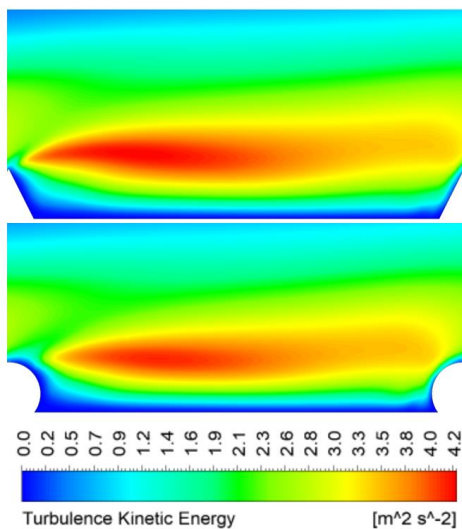


Figure 6. Turbulence kinetic energy contours of isosceles triangular ribs and circular ribs.

Figure 7 shows the normalized streamwise velocity distribution at $Y/e=0.1$ in the 30,000 and 60,000 Reynolds numbers, respectively. The right triangular ribbed case showed an unusual tendency; i.e. it tends to be isosceles triangular ribbed case in the first half ($0-0.45x/P$) and a square ribbed case in the second half ($0.45x/P-0.9 x/P$). In the 60,000 Reynolds number, the circular ribs showed a higher normalized velocity in the flow direction. Behind the ribs, the vertical motion around the recirculation zone replaced the cold mainstream against the ribbed wall. This effect resulted in a decrease in the local bulk temperature and an increase in the normalized Nusselt number ratio. For both triangular ribbed cases, the lateral dimensions of the recirculation bubble and the x/P distance of the recirculation bubble core were smaller than the square and circular ribbed cases. The extension of the recirculation bubble at the downstream of the rib

(negative peak) is similar to that of the square and circular ribbed cases. The mainstream above the ribs forced the stream in a new boundary layer through the shear layer to cope with the sudden increase in pressure. In the recirculation section, both triangular ribs show similar tendency, while differences have formed in the recovery zone. The right triangular and square ribbed cases showed a similar tendency in the recovery zone as their edge slope was similar.

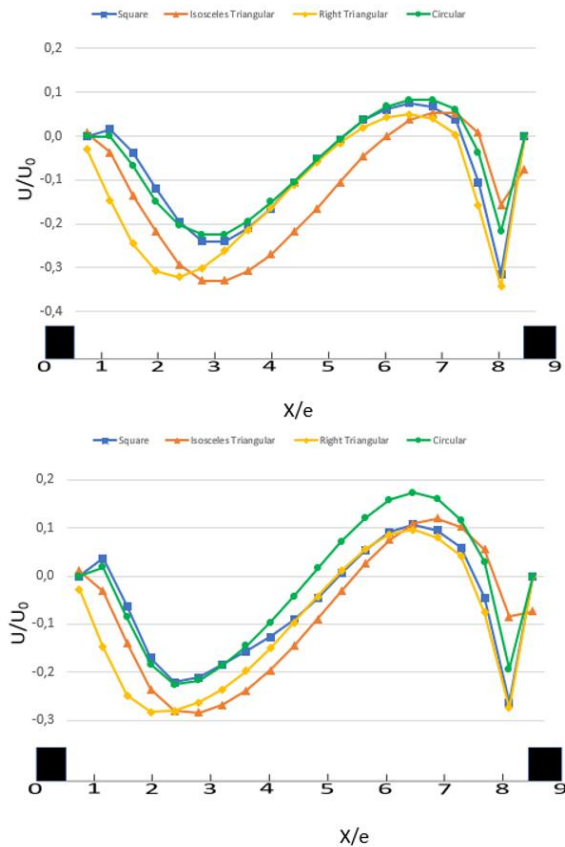


Figure 7. The distribution of the normalized streamwise velocity at $Y/e=0.1$ in the number of 30,000 Reynolds (which is on the up side) in the number of 60,000 Reynolds (which is on the down side).

In Figure 8, the wall-normal velocity distribution (V/U_0), at $Y/e=1$ is shown at 30,000 and 60,000 Reynolds numbers. Right triangular and square ribs have a high-velocity magnitude to cross steep edges. In the isosceles triangular ribbed case, the flow is more fluent, so the wall-normal velocity magnitude is lower than the others. Furthermore, the maximum streamwise velocity shifted toward the smooth sidewalls. At the top of the rib, a low-pressure zone has formed, causing a deflection in secondary flow. Unlike the 30,000 Reynolds number; the wall-normal velocities in the recovery zone have different sizes and tend to differ in the Reynolds number of 60,000.

Figure 9 shows the pressure coefficient distributions between any two ribs on the floor. In a smooth channel, the pressure drop is only a function of the wall shear stress and depends only on the skin friction drag.

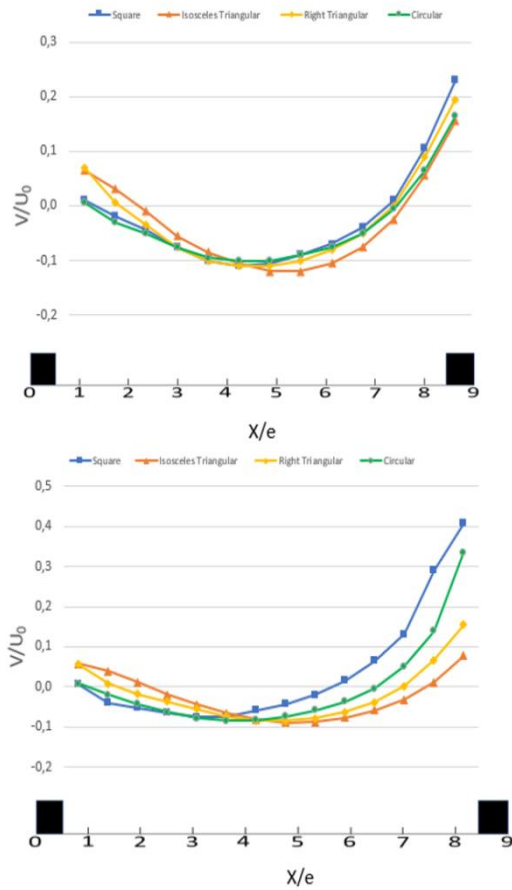


Figure 8. Wall-normal velocity distribution- V/U_0 at $Y/e=1$ is in the number of 30,000 Reynolds (which is on the up side) in the number of 60,000 Reynolds (which is on the down side).

Jet impingement in front of the rib generated a formation of a high dynamic pressure zone. Static pressure drops abruptly due to rib form drag. Pressure coefficients around the recirculation zone are therefore negative. Pressure began to rise in the reattachment zone and reached its maximum value upstream of the rib. Due to adverse velocity gradients, the pressure behind the ribs is decreasing. The flow begins to accelerate from the reattachment zone up to the top of the ribbed wall, resulting in total pressure losses. The total pressure drop for a rib roughened channel is related to mean skin friction drag and rib form drag. The skin friction factor depends on Reynolds number and the form drag is affected by the static pressure gap between upstream/downstream regions of the ribs. Upstream of the rib, a high-pressure zone is formed due to flow impingement, while a low-pressure zone is formed downstream of the rib.

A lower pressure penalty is important for cooling channels, because it is thus possible to increase the mass flow rate of the cooling air at the same pumping power. The minimum pressure loss occurred in the square and circular ribbed case. The maximum pressure loss occurred first in right triangular rib and then in the isosceles triangular rib. Isosceles and right triangular

ribbed cases produced a higher friction factor (higher-pressure loss), while circular ribbed cases provided a minimum friction factor.

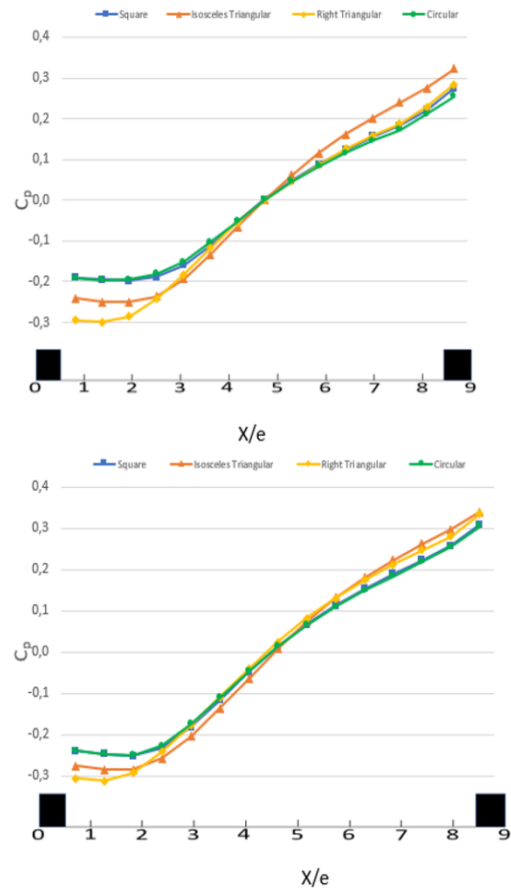


Figure 9. The pressure coefficient distributions between any two ribs is in the number of 30,000 Reynolds (which is on the up side) in the number of 60,000 Reynolds (which is on the down side).

Equation 11 gives an idea of the overall thermal efficiency by considering the heat transfer and friction factor together. Figure 10 shows the friction factor, the normalized Nusselt number, and the overall thermal performance results at 30,000 and 60,000 Reynolds numbers, respectively.

Right triangular rib form is the best rib forms for thermal performance followed by triangular rib form. The circular rib form produced least friction followed by square rib form. The thermal performance of the square ribbed case was slightly higher than circular ribbed case due to higher heat transfer enhancement. Right triangular ribbed case created the maximum friction factor, while performing the best case in terms of overall thermal performance (TEP). Unlike 30,000 Reynolds number, the effect of friction factors increased at the 60,000 Reynolds number, and the effect of the shape factor on heat transfer and overall thermal performance decreased.

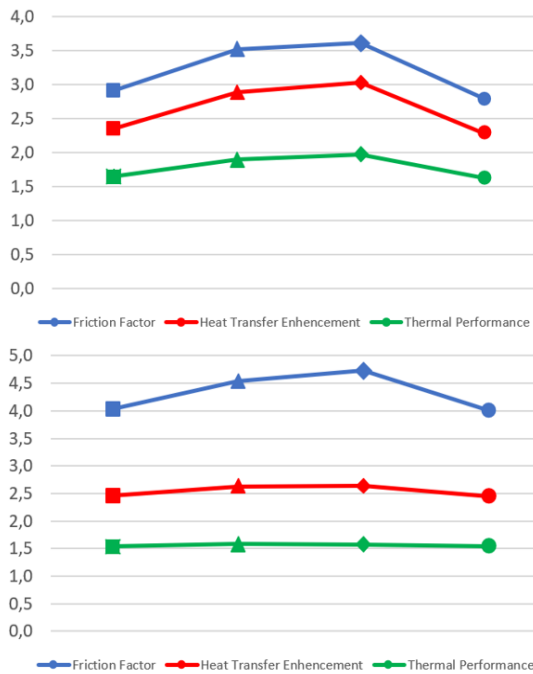


Figure 10. Representation of the friction factor averaged Nusselt numbers and overall thermal performances in the number of 30,000 Reynolds (on the up side) in the number of 60,000 Reynolds (on the down side).

4. Conclusion

In present study, detailed aerodynamical effect and heat transfer efficiency for different rib shapes in a square channel were investigated at 30,000 and 60,000 Reynolds numbers. The flow pattern at recirculation and reattachment zones have shown similar properties for all cases where P/e was 9 and e/H was 0.1. This means that the rib shape factor is not as efficient to flow properties as the influence of the blockage ratio and pitch ratio. Although a close flow characteristic occurred in different rib shapes, significant differences occurred in normalized Nusselt number, friction factors and thermal performances. The location of the reattachment point between the ribs gives an idea of the peak values of the heat transfer enhancement. The flow is reattached first in the right triangular ribbed case and then in the isosceles triangular ribbed case, so the right triangular ribbed case is the best-performing case in terms of averaged Nusselt number. Although the flow is smoother in circular ribbed case which creates less friction factor; the circular ribbed case gave the worst results in terms of averaged Nusselt number.

Behind the rib, the recirculation bubble size is larger in inclined obstacles, and in front of the rib, the recirculation bubble size is larger in upright obstacles. The ribbed shape with height decreasing in the flow direction (right triangular and isosceles triangular) showed a higher thermal performance. Since the hypotenuse of the right triangular rib form is more inclined than the isosceles triangular rib form; the right triangular ribbed case provides better thermal

performance than the isosceles triangular ribbed case. In terms of overall thermal performances (TEP), the right triangular ribbed case performed well, followed by isosceles triangular ribbed case. The circular rib form produced less friction than the square rib form, but in terms of overall thermal performances, the square ribbed case had slightly higher thermal performances than the circular ribbed case. In the number of 60,000 Reynolds, rib shape factor losses its effect on heat transfer enhancement and overall TEP compared to number of 30,000 Reynolds.

Author Contributions

SD contributed to the design and implementation of the research, to the analysis of the results and to the writing of the manuscript.

Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

References

- Ahn SW. 2001. The effect of roughness type on friction factors and heat transfer in roughened rectangular duct. *Int Comm Heat Mass Transfer*, 28(7): 933-942.
- Al-Hadhrani LM, Griffith TS, Han JC. 2002. Heat transfer in two-pass rotating rectangular channels (AR=2) with parallel and crossed 45o V-shaped rib turbulators. *AIAA 2002: 2002-0789*.
- Chandra PR, Fontenot ML, Han JC. 1998. Effect of rib profiles on turbulent channel flow heat transfer. *AIAA J Thermoph Heat Transfer*, 12(1): 116-118.
- Cho HH, Wu SJ, Kwon HJ. 2000. Local heat/mass transfer measurements in a rectangular duct with discrete ribs. *J Turbomachinery*, 122: 579-586.
- Chyu MK. 1989. Regional heat transfer and pressure drop in two-pass and three-pass flow passages with 180-degree sharp turns. In: *Proceedings of ASME 1989 International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exposition*. June 4-8, Toronto, Ontario, Canada, pp. V004T08A024-V004T08A024.
- Ekiciler R. 2021. Effects of novel hybrid nanofluid (TiO 2-Cu/EG) and geometrical parameters of triangular rib mounted in a duct on heat transfer and flow characteristics. *J Thermal Anal Calorimetry*, 143(2): 1371-1387.
- Han JC, Huang JJ, Lee CP. 1993. Augmented heat transfer in square channels with wedge-shaped and delta-shaped turbulence promoters. *Enhanced Heat Transfer*, 1(1): 37-52.
- Han JC, Datta S, Ekkad S. 2013. *Gas turbine heat transfer and cooling technology*. CRC Press, Ohio, USA, 1th ed., pp. 887.
- Keshmiri A, Cotton MA, Addad Y. 2002. Numerical simulations of flow and heat transfer over rib-roughened surfaces. *Int J Heat and Fluid Flow*, 23(6): 750-757.
- Kumar R, Kumar A. 2017. Computational fluid dynamics-based study for analyzing heat transfer and friction factor in semi-circular rib-roughened equilateral triangular duct. *Int J Numerical Methods for Heat & Fluid Flow*, 27(4): 941-957.
- Lee E, Wright LM, Han JC. 2003. Heat transfer in rotating rectangular channels (AR=4:1) with V-shaped and angled rib turbulators with and without gaps. *ASME 2003: GT2003-38900*.
- Liu YH, Wright LM, Fu WL, Han JC. 2006. Rib spacing effect on heat transfer and pressure loss in a rotating two-pass rectangular channel (AR=1:2) with 45-degree angled ribs.

- ASME, 2006: GT2006-90368.
- Moon SW, Endley S, Lau SC. 2002. Local heat transfer distribution in a two-pass trapezoidal channel with a 180 turn via the transient liquid crystal technique. *J Energy Heat Mass Transfer*, 24: 103-121.
- Rau G, Cakan M, Moeller D, Arts T. 1998. The effect of periodic ribs on the local aerodynamic and heat transfer performance of a straight cooling channel. *J Turbomach*, 120(2): 368-375.
- Rhee DH, Lee DH, Cho HH, Moon HK. 2003. Effects of duct aspect ratios on heat/mass transfer with discrete V-shaped ribs. ASME, 2003: GT2003-38622.
- Sleiti AK, Kapat JS. 2004. Comparison between EVM and RSM turbulence models in predicting flow and heat transfer in rib-roughened channels. ASME, 2004: GT531-GT542.
- Su G, Chen HC, Han JC, Heidmann D. 2004. Computation of flow and heat transfer in two-pass rotating rectangular channels (AR=1:1, AR=1:2, AR=1:4) with 45-deg Angled ribs by a reynolds stress turbulence model. ASME, 2004: GT2004-53662.
- Wang L, Sunden B. 2007. Experimental investigation of local heat transfer in a square duct with various-shaped ribs. *Heat and Mass Transfer*, 43: 759-766.



TEMPERATURE SUSCEPTIBILITY AND RHEOLOGICAL AGING CHARACTERISTICS OF THE BITUMEN HAVING DIFFERENT PENETRATION GRADES

Derya KAYA ÖZDEMİR^{1*}


¹Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 35390, Izmir, Turkey

Abstract: The performance of the asphalt pavement highly depends on the properties of the bitumen. Therefore, it is important to classify the bitumen's characteristics in order to ensure the selected binder will provide the desired properties to the asphalt pavement. The Penetration grade, which categorizes the asphalt binder depending on the penetration value of the sample, is one of the most popular system for classification. Since the system considers the penetration value, the bituminous materials having different penetration grade is expected to have different physical, chemical and rheological properties. Within the scope of this study, four bitumen having different penetration grades as 50/70, 70/100, 150/200 and 160/220 were investigated by conventional and rheological analyses. The Penetration Index (PI) and the Rheological Aging Index (RAI) of the samples were calculated to evaluate the effects of penetration grade system on temperature susceptibility and rheological aging characteristics of the samples. As a result, the binders having lower penetration grades are found to be better in terms of rheological aging performance and temperature susceptibility. Furthermore, a very high correlation was found between RAI and PI values of the samples by statistical analysis.

Keywords: Penetration grade, Temperature susceptibility, Penetration index, Rheological aging index

*Corresponding author: Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 35390, Izmir, Turkey

E mail: d.kaya@deu.edu.tr (D. KAYA ÖZDEMİR)

Derya KAYA ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0003-1517-9405>

Received: August 15, 2021

Accepted: September 03, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Kaya Özdemir D. 2021. Temperature susceptibility and rheological aging characteristics of the bitumen having different penetration grades. BSJ Eng Sci, 4(4): 209-213.

1. Introduction

Bitumen has the properties of a thermoplastic material, which makes it to soften while temperature rises and hardens when the temperature decreases. Bitumen acts like Newtonian liquid at high temperatures (over 70°C), which can be explained by its decreased viscosity as temperature rises and its viscoelastic behaviour at ambient temperature (Redelius, 2006).

Bitumen is mostly used as an asphalt binder, while it can be used inside the roofing materials, water tightening etc. (Redelius and Soenen, 2015). Bitumen is a complex combination of different organic molecules, mostly hydrocarbons, but it also contains sulphur, nitrogen, and oxygen, as well as metals such as vanadium, nickel, and iron (Traxler, 1936; Traxler and Coombs, 1936; Romberg et al., 1959). Asphalt binders mostly classified as their penetration grade or performance grade. Performance grade (PG) system considers the properties of the bitumen at various temperatures. The primary goal of using the PG system to choose asphalt binders, is to ensure that, the binder has the right characteristics for the field's environmental conditions. Although PG system has more advantages, the penetration grade system is more common and many countries including The Republic of Turkey, still uses the penetration grade

system in the road construction specifications.

In penetration grade system, the penetration test is used to describe the bitumen by considering its hardness. The classification was done depending on the penetration value of the sample at 25°C. However, the results of the softening point tests and Frass Breaking point tests are also controlled to be in agreement with the specification limits. For road construction, the most common penetration grade range varies from 25 to 200. Lower bitumen penetration grade is more convenient for hot regions; while the higher the penetration grade is preferable for cold regions for the construction of asphalt pavement (Kasak et al., 2004).

In the literature, researchers studied the impacts of penetration grade of the bitumen samples considering different properties. Kuloğlu et al. investigated the workability and rheological performance of the samples having different penetration grades. According to their result, it was determined that once the penetration grade of binder increases, the viscosities and rutting resistance of the samples decreases (Kuloğlu et al., 2008). Yang et al., studied the effects of aging on the chemical and rheological properties of bituminous samples having different penetration grades and they concluded that micro-mechanics of the samples, which depends on the



penetration grade, is directly related with the rheological characteristics (Yang et al, 2018). Rahman et al., assessed the different penetration grade influences on conventional properties of the binders as: penetration, ductility, softening point and specific gravity etc. As a result, they recommended selecting the suitable grade of bitumen for road construction depending on the climates and the conditions of the area (Rahman et al., 2019). Similarly, in the study of Sağlık and Öztürk (2014) the rheological characteristics of different type of binders were investigated and the results were altering by the penetration grade of the samples.

Bitumen ages at several phases of its service life, including processing, mixing, shipping, laying, and the rest of its usage and service life (Mallick and Tahar, 2013). The first stage of ageing is related with the loss of volatalization in asphalt during the construction and mixing phase, also known as short-term aging. The second and final stage of aging is linked with the progressive oxidation in the field of service, also known as long-term ageing (Bell, 1989). Oxidation occurs when bitumen interacts with the oxygen.

The aging resistance of the bituminous materials are directly depends on the hardness/softness of the samples, which is related with the amount of oily fractures (saturates and aromatics) within the structure. Aging results in hardening of the bitumen by causing the evaporation of the oily fractions of its colloidal structure. The more the amount of these fractions the more the hardness, thus the higher the penetration grade for bitumen. Therefore, it is possible to say that, the aging can affect more to the bitumen having higher penetration grade, since there are more compounds to be evaporated. The effects of aging can be evaluated by considering the changes on the structural, morphological, thermal or rheological properties of the bituminous samples. Researchers, were able to examine the bitumen ageing resistance using several techniques and calculation of rheological ageing index (RAI) is among them (Salomon and Zhai, 2004; Zhang et al., 2018; Gao et al., 2020; Celauro et al., 2020).

Within the scope this study, the effects of penetration grades on the temperature susceptibility and rheological aging characteristics of the samples were examined. The Penetration Index (PI) and Rheological Aging Index (RAI) of the binders having 50/70, 70/100, 100/150 and 160/220 penetration grade, were calculated by penetration and softening tests together with the generation of complex modulus master curves obtained by Dynamic Shear Rheometer (DSR) analyses. Additionally, the correlation between the PI and the RAI results were investigated to evaluate the relationship between the temperature susceptibility and rheological aging characteristics of the samples.

2. Material and Methods

2.1. Testing Methods and Equipment

2.1.1. Aging of the samples

There are different test methods that simulate the effects of short and long-term aging in the laboratory environment. The current and most popular test method for simulating short-term aging is the Rolling Thin-Film Oven Test (RTFOT). The experiment was carried out in cylinder RTFO containers, poured 35-40 g of bitumen at 163°C at 4000ml/min. It is performed by applying air in the air stream for 85 minutes (ASTM D2872). In long-term aging simulation, the Pressure Aging Vessel (PAV) is used and its conditions are as follows: temperature of 100°C, air pressure of 2.1Mpa and aging time of 20 hours (ASTM D6521). The total aging effects of the asphalt pavement at the end of its service life can be obtained more accurately with the combination of these aging method (short term+long term aging) (Jiang et al., 2020). Therefore, in this study, long-term aged samples were obtained by applying the two aging in combined mode.

2.1.2. Rheological analysis

Complex modulus (G^*) is defined as the ratio of maximum shear stress to maximum strain, and provides a measure of the total resistance to deformation, when the bitumen is subjected to shear loading. The complex modulus (G^*) consists of the loss module (G'') and the storage module (G'). The storage module, which represents the elastic component, shows the amount of energy stored in the sample during each loading cycle. The lost module, which represents the viscous component, shows the amount of energy lost in the sample during each loading cycle. It is possible to examine the changes in the viscoelastic behavior of bitumen with the complex shear modulus value. The complex shear modulus (G^*) can be obtained by using the shear stresses applied with Dynamic Shear Rheometer (DSR). Within the scope of the study, the changes in the complex shear modulus (G^*) values before and after aging of bitumen having different penetration grades were examined using Bohlin (Gemini II) model DSR under the following test conditions:

- Mode of loading: Controlled-strain;
- Temperatures: 10 – 80°C (10 °C intervals);
- Frequencies: 0.1–10 Hz
- Plate geometries: 8-mm diameter with a 2-mm gap (10– 40°C) and 25-mm diameter with a 1-mm gap (40– 80°C).

2.1.3. Penetration index (PI)

Within the scope of the study, the temperature sensitivity of the binders with different penetration grades were evaluated by comparing the Penetration Index (PI) values. Temperature susceptibility is defined as the change in the consistency parameter as a function of temperature. The most common approach to PI calculation is given in Equation 1 (Read and Whiteoak, 2003):

$$PI = \frac{1952 - 500 \log(\text{Pen}25) - 20 \times SP}{50 \log(\text{Pen}25) - SP - 120} \quad (1)$$

Where Pen25 is the penetration value at 25°C and SP is the softening point of the sample.

2.1.4. Rheological aging index (RAI)

The Time Temperature Superposition Principle (TTSP) is used to generate master curves for materials with linear viscoelastic behaviour, such as bitumen (Partal et al., 1999; Polacco et al., 2003; Polacco et al., 2004; Ferry, 2016). The complex modulus values of different temperatures are shifted by the selected reference temperature to create master curves. This allows researchers to quickly acquire rheological characteristics of bitumen at extremely low frequencies that are difficult to study in the lab conditions (Liang et al., 2015). The shifting factors (αT) for the generation of master curves can be determined using a variety of methods. The reference temperature in this investigation was set to 20°C, and the horizontal shifting factors (αT) were calculated using Arrhenius-like formulae. The RAI values of the samples were computed using a technique established by Cavalli et al., after the master curves for

each unaged and aged sample were generated. Within a specific range of frequencies, the area under the master curves for unaged and aged samples was computed. To provide an accurate comparison, the frequencies utilised for integral limits should be specifically chosen, ensuring that the same frequencies are attained when the master curves are generated for each sample. Equation 2 is used to determine the RAI.

$$RAI = \int_{-4}^4 \log G^*(\xi_{aged}) - (\xi_{unaged}) d\xi \quad (2)$$

Where G^* is the complex modulus and ξ is the logarithm of the frequency.

3. Results and Discussion

3.1. Penetration Index Results

In order to obtain the Penetration Index of the binders having different penetration grade, the penetration and softening point tests were conducted on the samples. Table 1 presents the results of these tests for each binders.

Table 1. Penetration and Softening point values of the samples

Bitumen	Penetration (25 °C; 0.1 mm) ASTM D5-97	Specification limits of Penetration	Softening point (°C) ASTM D36-95	Specification limits of Softening Point
50/70	68	50-70	54	46-54
70/100	91	70-100	49.8	43-51
100/150	130	100-150	45.5	39-47
160/220	190	160-220	41	35-43

As can be seen in Table 1, both softening point and penetration values of each binders were within the specification limits. The Penetration Index (PI) for each binders were calculated with the values in Table 1 according to the Equation 1 and the results are given in Figure 1.

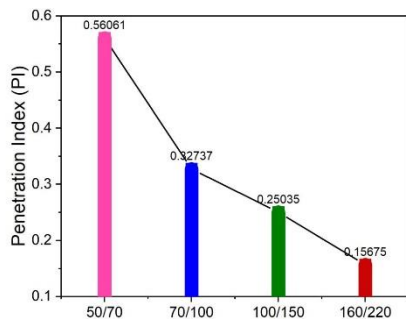


Figure 1. PI values of the samples.

The Penetration Index (PI) is used to evaluate the temperature susceptibility of the bituminous samples. PI value of less than -2 indicates that the bitumen is very sensitive to temperature, while a value higher than +2 indicates less sensitivity (Keyf, 2010). Fig 1 clarifies that, the bitumen having higher penetration grade has less

penetration index, which is reasonable because, as the binder hardness increases, the PI value increases, so the temperature susceptibility decreases (Kuloğlu et al., 2008).

3.2. Rheological Aging Index Results

Master curves of each sample were constructed by choosing the reference temperature as 20°C and presented in Figure 2.

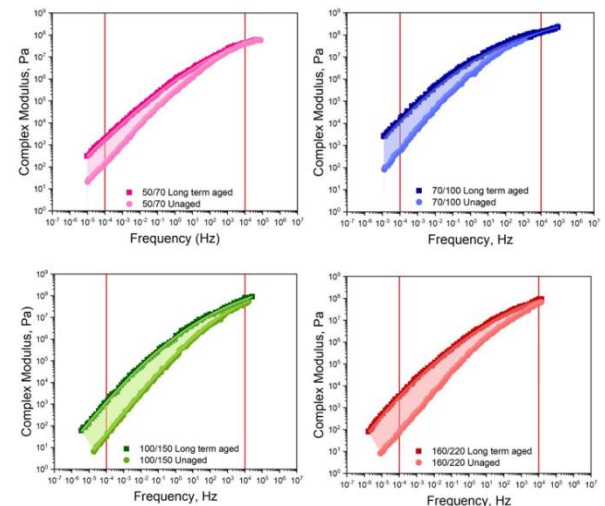


Figure 2. Master curves of aged and unaged samples.

The frequency sweep tests were conducted at frequencies between 0.1 Hz and 10Hz, however as can be seen in Figure 2, the master curves made it possible to evaluate the viscoelastic properties of the bitumen at frequencies between 0.0001 and 10000 Hz. Fig 2 reveals that, the complex modulus at high frequency is considerably higher than at low frequencies. The reason for this is that bitumen behaves more flexible under high frequencies. Additionally, the complex modulus value corresponding to the same frequency were slightly lower for the samples having higher penetration grades. This can be explained by the decreased elastic behaviour of the bitumen when becomes to be softer.

The change in the complex modulus master curves of the samples after subjecting to the aging is a sign of aging resistance. The more resistant samples to the aging, the less the change in the complex modulus master curves. It is clear in Figure 2 that, the complex modulus of the samples having higher penetration grades are affected more from the aging and in order to clarify that, the RAI values of each samples were calculated according to the Equation 2 and presented in Figure 3.

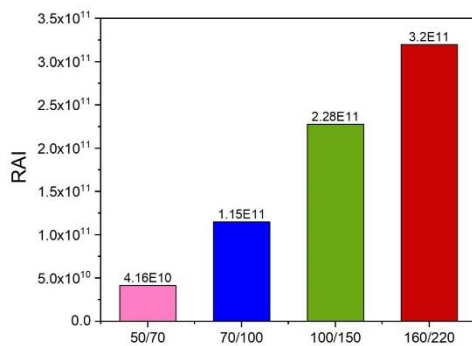


Figure 3. RAI values of the samples.

As can be seen in Figure 3, the higher penetration grades resulted in higher RAI for the samples. The higher the RAI value means the decreased aging resistance (Poulikakos et al., 2019). Therefore, it is possible to say that, binders having higher penetration grade, or in other word, the softer binders, are more influenced by aging. This might be clarified by the aging phenomenon, since aging results in the evaporation of oily fractions of the bitumen, the softer bitumen involving more of these fractions, will have more to lose.

3.3. Correlation between the PI and RAI

The relationship between conventional properties and the rheological characteristics of the samples can be evaluated together (Sarışın et al., 2021; Oner, 2019). As a final approach the correlations between the RAI and PI values of the samples were investigated to evaluate the relationship between the temperature susceptibility and rheological aging characteristics of the samples. The determination coefficient (R^2) and the equation of the correlation are given in the graph (Figure 4).

An exponential relationship was established between RAI and PI with a very high correlation coefficient ($R^2=0.98$).

This result can be interpreted as the rheological characteristics of the bitumen, is related with the conventional properties of the samples as softening point and penetration value. It was also observed that as the PI value of the binders increased, the RAI value decreased. This is because the temperature is the main reason of aging, and better temperature susceptibility results in increased aging resistance.

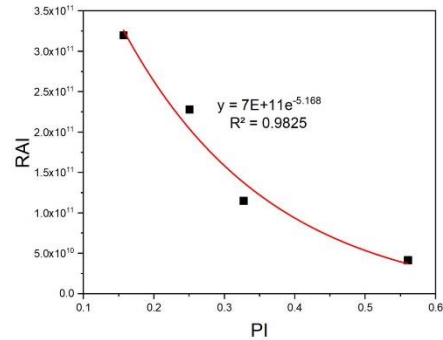


Figure 4. Correlation between the RAI and PI.

4. Conclusion

In this study, the effects of penetration grade of the bitumen on the temperature susceptibility and the rheological aging characteristics were investigated by calculating the PI and the RAI values of the samples. Additionally, the correlation between abovementioned properties of the bitumen were obtained and discussed. The findings of the study are as shown below:

- Lower penetration grades results in higher PI values, which results in higher temperature susceptibility.
- The complex modulus at high frequencies are considerably higher than at low frequencies due to the fact that, bitumen behaves more flexible under high frequencies. Also, the complex modulus value corresponding to the same frequency are slightly lower for the samples having higher penetration grades depending on the viscoelastic behaviour of the bitumen.
- Lower RAI value is obtained for the binders with lower penetration grades, which is a result of better aging resistance. This can be explained by including less oily fractions that can evaporate easily after aging.
- A good correlation is found between RAI and PI values of the bitumen. Therefore, it is possible to say that temperature susceptibility can be evaluated with rheological aging characteristics of the samples or vice versa.

As a result, the binders having lower penetration grades are found to be better in terms of rheological aging performance and temperature sensitivity. However, further studies by considering the low temperature or traffic characteristics should be investigated to evaluate the binders' penetration grade effects on the performance of the asphalt roads.

Author Contributions

All tasks were done by the single author. The author reviewed and approved the manuscript.

Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

References

- Bell CA. 1989. Summary report on aging of asphalt-aggregate systems. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, USA, 89(4), pp. 121.
- Cavalli MC, Zaumanis M, Mazza E, Partl MN, Poulidakos LD. 2018. Effect of ageing on the mechanical and chemical properties of binder from RAP treated with bio-based rejuvenators. *Comp B Eng*, 141: 174-181.
- Celauro C, Saroufim E, Mistretta MC, La Mantia FP. 2020. Influence of short-term aging on mechanical properties and morphology of polymer-modified bitumen with recycled plastics from waste materials. *Polymers*, 12(9): 1985.
- Gao J, Wang H, Liu C, Ge D, You Z, Yu M. 2020. High-temperature rheological behavior and fatigue performance of lignin modified asphalt binder. *Constr Build Mater*, 230: 117063.
- Ferry JD. 1980. *Viscoelastic properties of polymers*. John Wiley & Sons, New York, USA, 1th ed., pp 672.
- Kaşak S, Orhan F, Eribol S, Güngör AG. 2004. Yeni Bitüm Standardı, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu, KGM, 405-413, Ankara, Turkey.
- Keyf S. 2010. Investigation of penetration and penetration index in bitumen modified with sbs and reactive terpolymer. *Sigma*, 28: 26-34.
- Kuloğlu N, Yılmaz M, Kök BV. 2008. Farklı penetrasyon derecelerine sahip asfalt çimentolarının kalıcı deformasyona karşı dayanımlarının ve işlenebilirliklerinin incelenmesi. *Uludağ Univ J Faculty Eng*, 13(1): 81-91.
- Liang M, Liang P, Fan W, Qian C, Xin X, Shi J, Nan G. 2015. Thermo-rheological behavior and compatibility of modified asphalt with various styrene-butadiene structures in SBS copolymers. *Mater Design*, 88: 177-185.
- Oner J. 2019. Rheological characteristics of bitumens prepared with process oil. *Građevinar*, 71(07): 559-569.
- Partal P, Martínez-Boza F, Conde B, Gallegos C. 1999. Rheological characterisation of synthetic binders and unmodified bitumens. *Fuel*, 78(1): 1-10.
- Polacco G, Stastna J, Biondi D, Antonelli F, Vlachovicova Z, Zanzotto L. 2004. Rheology of asphalts modified with glycidylmethacrylate functionalized polymers. *J Colloid Interf Sci*, 280(2): 366-373.
- Polacco G, Vacin OJ, Biondi D, Stastna J, Zanzotto L. 2003. Dynamic master curves of polymer modified asphalt from three different geometries. *Appl Rheol*, 13(3): 118-124.
- Poulidakos LD, Wang D, Porot L, Hofko B. 2019. Impact of asphalt aging temperature on chemo-mechanics. *RSC advances*, 9(21): 11602-11613.
- Rahman R, Chowdhury S, Abdullah MD, Sarkar A, Sayeed R, Real MI. 2019. A Comparative study on properties of different grade bitumen used in the transportation projects in and around Dhaka city. *Trends in Civil Eng Arch*, 3(2): 2637-4668.
- Redelius PG. 2006. The structure of asphaltenes in bitumen. *Road Mater Pavement Des*, 7(1): 143-162.
- Redelius P, Soenen H. 2015. Relation between bitumen chemistry and performance. *Fuel*, 140: 34-43.
- Romberg J, Nesmith S, Traxler R. 1959. Some Chemical Aspects of the Components of Asphalt. *J Chem Eng Data*, 4(2): 159-161.
- Sağlık A, Öztürk E. 2014. Türkiye’de sathi kaplamalarda kullanılan bitümlerin performans sınıflarının belirlenmesi. *Gazi Üniv Müh Mim Fak Derg*, 29(4): 689-698.
- Sarışın E, Yalçın E, Öner J. 2021. Hibrit polimerlerle modifiye edilmiş bitümlü bağlayıcıların reolojik özelliklerinin incelenmesi. *J Fac Eng Arch Gazi Univ*, 36(1): 201-212.
- Salomon D, Zhai H. 2004. Asphalt binder flow activation energy and its significance for compaction effort. In *Proceedings of 3rd Euroasphalt & Eurobitume Congress*, 12-14 May 2004, Vienna, Austria, pp. 1754-1762.
- Traxler R. 1936. The physical chemistry of asphaltic bitumen. *Chem Rev*, 19(2): 119-143.
- Traxler R, Coombs C. 1936. The colloidal nature of asphalt as shown by its flow properties. *J Phys Chem*, 40(9): 1133-1147.
- Yang Z, Zhang X, Zhang Z, Zou B, Zhu Z, Lu G, Yu H. 2018. Effect of aging on chemical and rheological properties of bitumen. *Polymers*, 10(12): 1345.
- Zhang H, Chen Z, Xu G, Shi C. 2018. Evaluation of aging behaviors of asphalt binders through different rheological indices. *Fuel*, 221: 78-88.



COVID -19 PANDEMİSİNİN LOJİSTİK SİSTEMLER ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Aybüke Büşra TANRIKULU^{1*}, Mehmet Serhat ODABAŞ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Dünyada pandemiye neden olan Covid-19 (coronavirus) virüsünün ölümcül etkisi insanların hayatını olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca Covid-19 pandemisi ticaret faaliyetlerinin yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği ülkelerde birçok iş sektörü açısından olumsuz sonuçlara yol açmıştır. Bu olumsuzluk sadece günlük hayatı değil ülkelerin ekonomisini de etkilemiş, dünyada ve ülkemizde lojistik faaliyetlerinde sıkıntılar yaşanmasına sebep olmuştur. Özellikle kargo şirketlerinde, denizcilik taşımacılığında ve seyahat firmalarında pandemiden dolayı kısıtlamalar gelmiş; lojistik sistemlerde aksamalar olmuştur. Ölümcül virüsten dolayı insanlar eticaret yöneltmişlerdir. Bu durum özellikle kargo lojistik firmasında yoğun bir artış yaşanmasına sebep olmuştur. Lojistik sistemler, ölümcül virüse karşı çeşitli önlemler alarak faaliyetlerine devam etmiştir. Bu derleme çalışmada Covid-19 pandemisinin lojistik sistemler üzerine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Pandemi, Covid-19, Lojistik sistemler, Kargo


Evaluation of the Effects of Covid -19 Pandemic on Logistics Systems


Abstract: The fatal effect of the Covid-19 (coronavirus) virus, which causes pandemics in the world, has negatively affected people's lives. In addition, the Covid-19 pandemic has had negative consequences for many business sectors in countries where trade activities are intensely carried out. This negativity not only affected daily life but also the economy of the countries. It has caused difficulties in logistics activities in the world and in our country. In particular, there were restrictions in cargo, maritime transport and travel companies due to the pandemic and there were disruptions in logistics systems. Because of the deadly virus, people have turned to e-commerce. This situation caused an intense increase in cargo logistics companies. Logistics systems continued their activities by taking various measures against the deadly virus. In this review, the effects of the Covid-19 epidemic on logistics systems are discussed.

Keywords: Pandemic, Covid-19, Logistics systems, Cargo

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: tanrikuluaybukebusra@gmail.com (A.B. TANRIKULU)

Aybüke Büşra TANRIKULU  <https://orcid.org/0000-0003-2615-5820>

Mehmet Serhat ODABAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-1863-7566>

Gönderi: 08 Ocak 2021

Kabul: 27 Haziran 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Received: January 08, 2021

Accepted: June 27, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Tanrikulu AB, Odabaş MS. 2021. Evaluation of the effects of Covid -19 pandemic on logistics systems. BSJ Eng Sci, 4(4): 214-216.

1. Giriş

İlk Covid-19 (Coronavirüs) vakası 2019'un Aralık ayında ilk olarak Çin'in Wuhan kentinde görülmüştür (Stannard, 2020). Coronavirüsü ilk tespit eden Çinli doktor Li Venliang'dır. Li Venliang, Covid-19'a yakalanan hastalarından birini tedavi ederken coronavirüse yakalanıp hayatını kaybetmiştir (URL1). Çin de çoğu insanın ölümüne neden olan coronavirüs diğer ülkelere de hızla yayılmaya başlamıştır ve hala dünyaya yayılmaya devam etmekte ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tüm dünyada salgın (pandemi) ilan edilmiştir (Singh ve ark., 2020).

Virüs genellikle covidli olan hastanın öksürmesi, hapsirması veya nefes vermesi sonucu oluşan damlacıklar yoluyla bulaşır. Virüsün olduğu bir yüzeye veya herhangi bir yere dokunup el ağıza, buruna ve göze dokundurulursa virüs insana bulaşmış olabilir. Covid-19'un en yaygın belirtileri ateş, kuru öksürük ve yorgunluk olarak belirtilmiştir (Esakandari ve ark., 2020). Daha sonra gün geçtikçe ishal, kas ağrısı, baş ağrısı, eklem ağrısı, tat ve koku kaybı gibi semptomlar

ortaya çıkmaya başlamıştır. Coronavirüs en çok akciğer organına etki etmektedir ve bundan dolayı insanlarda solunum sıkıntısına neden olmaktadır (Esakandari ve ark., 2020).

Virüsün insanlarda gösterdiği etki kişinin durumuna ve yaşına göre farklı semptomlar göstermiştir. Coronavirüs ilk başlarda yaşlı ve kronik hastalığı olan insanlara daha çabuk bulaşmıştır. Çoğunlukla genç nüfuslu insanlar covid-19'un hiçbir semptomlarını göstermezken taşıyıcı özellikte olabilir ve bu durum coronavirüsün dünyaya daha hızlı yayılmasına neden olur. Covid-19'a yakalanıp semptomları ağır olan insanlar hastane yatırılıp tedavi edilmektedir. Semptomları hafif ve orta olan insanlar tedavilerini evlerinde sürdürmektedir (URL2).

Coronavirüs dünyayı ekonomi, eğitim, ulaşım alanlarında olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. İlk olarak eğitime ara verilmiştir ve online olarak devam etmiştir. İnsanların kalabalık olduğu yerler (restoran, alışveriş merkezi, cafe, kuaför, kahvehane). İlk olarak 65+ yaşa seyahat kısıtlaması gelmiştir ve daha sonra belli bir tarihe kadar herkese seyahat kısıtlaması gelmiştir. İş



yerleri kapanan insanlar ekonomik anlamda sıkıntıya girmiştir. Hafta sonları sokağa çıkma yasağı getirilmiştir. Ülkemizde 1 Haziran da normal düzene geçilmiştir ve tüm kısıtlamalar kalkmıştır. Ancak eğitim online olarak devam etmiştir. Covid-19 dünya genelinde 11 Aralık 2020'ye kadar 71189492 insana bulaşmıştır ve 1597157 insanın ölümüne neden olmuştur. Türkiye de 11 Aralık 2020'ye kadar 1780673 insana bulaşmıştır ve 15977 insan hayatını kaybetmiştir (URL3).

Covid-19 virüsünden dolayı dünyaya getirilen kısıtlamalar karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu taşımacılık faaliyetlerinde aksaklıklara neden olmuştur (Loske, 2020).

Bu çalışmada dünyamızı ve dolayısıyla ülkemizi etkileyen bu salgının lojistik sistemler üzerine etkileri incelenmiş ve bu alanda yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

2. Lojistik Sistemler

Lojistik, bir ürün veya hizmetin üreticiden başlayıp müşteriye kadar doğru zamanda, istenilen miktarda, uygun kalitede planlı ve sistematik bir şekilde ulaştırma hizmetidir. Ulaştırma hizmetinin gerçekleştirilmesini sağlayan sistemlerin tümü "Lojistik Sistem" olarak tanımlanır.

Lojistik hayatımızda büyük bir öneme sahiptir (kargo şirketi, seyahat hizmeti üretim vb.). Ülkemizde lojistik faaliyetlerin önemi gittikçe artmaktadır. Hem ithalatta hem de ihracatta faaliyet göstermektedir. Lojistik sistemler hayatımızı çok kolaylaştırmıştır. İnternette sipariş ettiğimiz bir ürünün kargo ile evimize kadar ulaştırılması; şehir içi veya şehir dışına seyahat edilmesi, bir işletmede üretilen ürünün nakliye aracılığıyla müşteriye ulaştırılmasını örnek olarak verebiliriz. Çünkü lojistik yaşamımızın bir parçası haline gelmiş ve lojistik olmadan hayatın devam etmesi imkansızlaşmıştır.

3. Pandemi Sürecinin Lojistik Sistemler Üzerine Etkisi

Dünyaya Covid-19 salgınının gelmesiyle ekonomide ve lojistik sistemlerde ciddi aksamalar olmuştur. Ürünlerde arz ve talep dengesi bozulmuştur (Singh ve ark., 2020). Pandemiden dolayı getirilen kısıtlamalar lojistiği büyük ölçüde olumsuz etkilemiştir. Lojistikte çıkan aksamalardan dolayı ulaşım zorlaşmıştır.

Pandemi Türkiye'de lojistik faaliyetlerinde %20-30 niceliğinde küçülmesine sebep olmuştur. Türkiye'de Covid-19 virüsünden dolayı şehir dışı ulaşım kapatılmıştır. Aynı zamanda 30 büyükşehir ve Zonguldak illeri içinde ulaşım kapatılmıştır. Halkın toplu taşıma araçlarından kişisel araçlara geçtiği gözlemlenmiştir. Örneğin kişiye ait araba, bisiklet veya yürüyüş şeklinde ulaşımını sağlamışlardır.

Bu durum toplu taşıma araçları ve taksicilik sektöründe düşüşe neden olmuştur. Karayolu taşımacılık firmaları, Azerbaycan ve Rusya üstünden geçen rotaları değerlendirmek zorunda kalmıştır ve bu durum firmalara 2000-3000 \$ ek zarara neden olmuştur (Ozaydın ve

Ülengin, 2020).

Türkiye'de lojistik faaliyetlerinde Covid-19'a karşı önlemler alınmıştır. Türkiye üstünden transit geçen karayolu araçlarına araç takip sistemi (GPS) ile donatılması istenmiş ve sınır kapısının uzaklığına göre 24 veya 36 saat içinde Türkiye'ye giriş, çıkış izni sağlanmıştır. Taşımacılığı gerçekleştiren insanların sağlık kontrolleri yapılmaktadır. Türkiye; Almanya, Fransa, İspanya, Norveç, Danimarka, Belçika, Avusturya, İsveç, Hollanda, Çin, İran, İtalya, Irak ve Güney-Kore ülkelerine havayolu seyahatini bir süreliğine kapatmıştır. Türkiye'ye karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu ile gelen insanlar kendilerine ait bilgileri verir ve sağlık kontrolünden geçirilir. Virüse yakalandığı düşünülen biri veya yakalanan biri hastaneye sevk edilerek Covid-19 testi yapılır. 11 Haziran 2020'de Türkiye şehir dışı ulaşımın çoğunu açmıştır (Ozaydın ve Ülengin, 2020). Ülkemize 65+ yaş üstüne seyahat kısıtı getirilmiştir. Daha sonra valilik iznine bağlı olarak seyahat edilme imkanı tanınmıştır. Normalleşmeye geçildikten sonra seyahat kısıtı kaldırılarak koltuklarda tekli ve çapraz şekilde oturma kuralı getirilmiştir. Dünyada gittikçe artan vakalar, kişisel koruyucu ekipman (PPE), maske ve ilaç temini için sağlık lojistik sistemlerde yoğunluğun artmasına neden olmuştur (Singh ve ark., 2020).

Denizcilik faaliyeti dünyada ithalat-ihracat ticaretinin %90'ını oluşturmaktadır. Covid-19 salgınının gelmesiyle denizcilik faaliyetinde zorluklar yaşanmaya başlamıştır (Stannard, 2020). Denizyolu taşımacılığında Çin, İran, İtalya, Almanya, İsveç, Hollanda, Fransa, İspanya, Danimarka, Norveç, Belçika, Tayland, Japonya, Güney-Kore, Hong Kong ve Singapur limanlarından gelen gemilerle bağlantı yapılmamıştır (Ozaydın ve Ülengin, 2020). Bir mürettebatın yalıtımı, geminin büyüklüğüne ve şekline göre fazla zor olabilir. Pandemi süresince gemilerde görev yapan 1,6 milyon denizcinin devamlı sıhhat ve refahını sağlarken aynı zamanda lojistik ve tedarik zincirlerini ve ithalat-ihracat ticaretinin teslimatını devam ettirmeye uğraşmışlardır. Pandemi boyunca denizcilik faaliyetinde; gemide virüs taşıyan insanın karantinaya alınma süreci, virüsün gemide yayılmasını engellemek için fiziksel mesafe ve koruyucu ekipmanların kullanımının sağlanması, limandayken sağlık hizmetlerine kolay erişimin sağlanması, geminin büyüklüğüne göre çalışan sayısının belirlenmesi ve ara ara mürettebat değişikliklerin olması alınacak önlemleri içermektedir. Covid-19 virüsünden dolayı birçok ülke virüsün yayılmasını azaltmak için "karantina önlemleri" almıştır. Bu karantina önlemleri denizcilik faaliyeti üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Ama virüsten dolayı gemilerde, Brezilya, Mozambik, Anvers ve Çin vb. fazla uzaklarda covidli insanların olduğu ve bu covidli insanlardan dolayı denizcilerin ölümüne sebep olduğu biliniliyor. Pandemi süresince alınan çeşitli önlemler çerçevesinde denizcilik faaliyetleri sürdürülmektedir (Stannard, 2020).

Pandemiden dolayı sokağa çıkma yasaklarının getirilmesi, alışveriş merkezlerinin kapatılması,

seyahatlerin ulaşımına kapatılmasından dolayı insanlar alışverişlerini yapmak için e-ticarete yönelmişlerdir. Bu durum kargo sektöründe yoğun artışa neden olmuştur. Türkiye’de 15 Mart gününe göre e-ticarette artış %200’e yükselmiştir. Pandemiden dolayı e-ticarette en çok sipariş edilen ürünler hijyen, sağlık ve besin ürünleri olmuştur. Covid-19’dan dolayı çeşitli önlemler alınmıştır ve artan önlemlerden dolayı kargo lojistiğinde gecikme ve duraksamaya sebep olmuştur (URL4). Kargo çalışanları maske, eldiven ve dezenfektan ürünlerini kullanarak taşımacılığı gerçekleştirmektedir. Kargo lojistiği alınan önlemlerle faaliyetine devam etmektedir.

4. Sonuç

Pandemiden dolayı lojistik sistemlerde bozulmalar ve aksamalar olmuştur. Seyahat firmalarında, denizcilik taşımacılığında, kargo sektöründe çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Salgının yayılımını azaltmak ve önlemek amacıyla kısıtlamalar getirilmiştir. Ülkemizde ve dünya çapında ölümcül virüse karşı önlemler alınmıştır. Bu çalışmamızda pandeminin lojistik sistemler üzerinde etkileri incelenmiştir ve bu alanda salgına karşı yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Lojistik sistemler, alınan çeşitli önlemlerle faaliyetlerini devam ettirmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Esakandari H, Nabi-Afjadi M, Fakkari-Afjadi J, Farahmandian N, Miresmaeili SM, Bahreini E. 2020. A comprehensive review of COVID-19 characteristics. *BiolProc Online*, 22: 19.
- Loske D. 2020. The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics: An empirical analysis in German food retail logistics. *Transp Res Interd Persp*, 6: 100165. DOI: 10.1016/j.trip.2020.100165.
- Ozaydın O, Ülengin F. 2020. Impacts of COVID-19 on the transport sector and measures as well as recommendations of policies and future research: A Report on Turkey. SSRN, (in press). DOI: 10.2139/ssrn.3686628.
- Singh S, Kumar R, Panchal R, Tiwari M. 2020. Impact of COVID-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain. *Int J Prod Res*, 59(7): 1993-2008.
- Stannard S. 2020. COVID-19 in the maritime setting: the challenges, regulations and the international response. *Int Marit Health*, 71(2): 85-90.
- URL1: <https://www.hurriyet.com.tr/dunya/covid-19-uyurduktan-sonra-olen-cinli-doktor-li-wenliangin-cocugu-dunyaya-geldi-41540493> (erişim tarihi: 12 Aralık 2020).
- URL2: https://www.google.com/search?q=covid+19+nas%C4%B1+bula%C5%9F%C4%B1r&rlz=1C1NHXL_trTR769TR770&oq=covid+19+nas%C4%B1+bula%C5%9F%C4%B1r&aqs=chrome..69i57j0l5.6632j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (erişim tarihi: 12 Aralık 2020).
- URL3: <https://news.google.com/covid19/map?hl=tr&gl=TR&ceid=TR%3Atr> (erişim tarihi: 12 Aralık 2020).
- URL4: <https://home.kpmg/tr/tr/home/gorusler/2020/10/covid-19-eticaret-kargo-tasimaciligina-etkileri.html> (erişim tarihi: 26 Aralık 2020).



TANENLERİN RUMİNANT HAYVAN BESLEMEDE KULLANIMI

Mustafa BOĞA¹, Filiz KOCADAYIOĞULLARI², Müge ERKAN CAN^{3*}

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700 Bor, Niğde, Türkiye

²Osmaniye Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 80010, Osmaniye, Türkiye

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

Özet: Mevcut çalışmada, ruminant hayvan beslemede kullanılan, tanen içeren yem hammaddelerinin rasyonda kullanılmasından doğabilecek etkilerinin göz önüne alınması ve buna göre rasyonlarının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, farklı yem hammaddelerinde bulunan tanen değerleri belirtilerek, farklı beslenme çalışmalarında hayvanlar üzerindeki pozitif ve negatif etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Hayvan besleme açısından tanen kullanım durumu; hayvanın türü, fizyolojik durumu, tanenin yapısı ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Tanenler proteinlerle bileşik oluşturarak, mikroorganizmaların proteinleri daha fazla parçalamasını önleyerek, protein sindirilebilirliğini engelleyerek by pass protein gibi mideden sindirilmeden geçer. Böylece serbest kalan proteinler ince bağırsakta sindirime tabi tutulur. Ruminant hayvanlarda metan gazının doğaya salınımı yemle alınan brüt enerjinin % 2-12 aralığında kaybına sebep olabilmektedir. Hayvan beslemede tanen kullanımı ile çevreye metan salınımının ve buradaki enerji kayıplarının azaltılması da sağlanabilir. Tehlikeli sera gazı olarak metanın çevreye etkilerinin de azaltılması son zamanlarda üzerinde durulan önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Biberiye, keçiboynuzu, asma yaprağı, moringa yaprağı, meşe, söğüt, akasya, baklagil ağaç yaprakları, çay artıkları, kayın ve kavak gibi farklı bitkisel ürünlerde % 1,38'den %50'ye kadar tanen bulunabilmektedir. Farklı literatürlerde kullanım oranları hakkında farklılık sergilenmekte iken ruminantlarda %1-4 kuru maddede (KM), 20-45 g/gün oranında rasyonda bulunması önemli avantajlar sağlayabileceğinden kullanılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Tanenler, Rasyon, Hayvan besleme, Metan salınımı

Use of Tannin in Ruminant Animal Nutrition

Abstract: In the present study, it is aimed to take into account the effects that may arise from the use of tannin-containing feed raw materials used in ruminant animal feeding in rations and to regulate their rations accordingly. For this purpose, it will be tried to reveal the positive and negative effects on animals in different feeding studies by specifying the tannin values found in different feed ingredients. The use of tannin in terms of animal nutrition; It varies depending on the type of animal, its physiological condition, the structure and amount of grain. Tannins pass through the stomach undigested like by pass protein by forming compounds with proteins, preventing microorganisms from further breaking down proteins, preventing protein digestibility. Thus, the released proteins are subjected to digestion in the small intestine. In ruminant animals, the release of methane gas into the nature can cause a loss of 2-12% of the gross energy taken with feed. The release of methane gas into the nature in ruminant animals can cause a loss of 2-12% of the gross energy taken with feed. With the use of tannins in animal nutrition, it can be ensured that methane emission to the environment and energy losses in there can be reduced. The reduction of the environmental impacts of methane as a dangerous greenhouse gas has emerged as an important issue recently emphasized. Tannins from 1.38% to 50% can be found in different herbal products such as rosemary, carob, vine leaves, moringa leaves, oak, willow, acacia, legume tree leaves, tea residues, beech, and poplar. While there are differences in usage rates in different literatures, it is recommended to be used in ruminants as it can provide significant advantages in a ration of 1-4% dry matter (DM) and 20-45 g / day.

Keywords: Tannins, Ration, Animal nutrition, Methane release

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

E mail: merkan@cu.edu.tr (M.E. CAN)

Mustafa BOĞA



<https://orcid.org/0000-0001-8277-9262>

Filiz KOCADAYIOĞULLARI,



<https://orcid.org/0000-0003-3805-3506>

Müge ERKAN CAN



<https://orcid.org/0000-0002-0744-1496>

Gönderi: 20 Mayıs 2021

Received: May 20, 2021

Kabul: 07 Ağustos 2021

Accepted: August 07, 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Boğa M, Kocadayioğulları F, Erkan Can M. 2021. Use of tannin in ruminant animal nutrition. BSJ Eng Sci, 4(4): 217-225.

1. Giriş

Hayvanların yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürmeleri ve kendilerinden beklenen düzeyde ürün verebilmeleri ancak besin madde gereksinmelerinin eksiksiz ve dengeli bir şekilde karşılanmasıyla mümkündür (Kılıç ve ark., 2007). Yem katkı maddeleri, ruminat hayvanların fizyolojik durumlarına göre, uygun düzeylerde rasyona ilave edildiğinde sağlığı olumlu etkilemekte; canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranını geliştirerek süt, et, döl verimini artırmaktadır (Karayağız ve Bülbül,

2014). Ancak, ülkemizde hayvan beslemede performans artırıcı olarak kullanılan antibiyotik ve hormon gibi yem katkı maddelerinin yasaklanması, bitkilerde bulunan fitokimyasal maddelere ilgiyi artırmıştır. Bu amaçla, birçok bitkinin ya kendisi ya da ekstraktı kullanılmaktadır. Hayvan beslemede bitki ekstraktları, aromatik, antioksidan, antimikrobiyal, antiparaziter ve immün sistemi uyarıcı gibi etkilerinden yararlanmak için yoğun olarak tercih edilmektedir (Gümüş ve İmik, 2012). Bitkilerin içerdiği aktif bileşenler doğal ürünler olmaları



bağlamında antibiyotiklere alternatif seçenekler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ürünler arasında bitki özütleri, tanenler, saponinler, esansiyel yağlar ve enzimler yer almakta ve bu tür ürünlerin yem katkı maddesi olarak kullanımının etkilerinin (doz/yanıt) değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bileşenler hayvan sağlığına ve rasyon optimizasyonundan kaynaklanan sorunların giderilmesine önemli katkılar sunmaktadır (Tölü ve ark., 2020). Fitobiyotiklerin içerdiği bileşiklerden saponinler protozoaların, uçucu yağlar metanojenlerin, kondanse tanenler ise hem protozoaların hem de metanojenlerin miktarını azaltmaktadır (Öztürk, 2015). Hayvanların beslenmesinde alternatif olarak kullanılacak yem kaynaklarının sahip oldukları avantajlar ve dezavantajlar kullanımından önce dikkate alınmalıdır. Mevcut çalışmada; ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan, tanen ve saponin içeren bitkilerin avantaj ve dezavantajları ile kullanılan yem hammaddelerinin tanen, saponin, içeriğinin bilinip, az veya çok kullanılmasından doğabilecek etkilerinin göz önüne alınması ve buna göre hayvanların gereksinmelerine göre rasyonlarının düzenlenmesi amaçlanmıştır.

2. Tanenler

Tanenler; bitkilerin yapısında doğal olarak bulunan, kendilerini patojen mikroorganizmalara ve virüslere karşı korumak için ürettikleri fenolik bileşiklerdir. Hayvan besleme açısından ise tanenler; hayvanın türü, fizyolojik durumu, tanenin yapısı ve miktarına bağlı olarak olumlu ve olumsuz etkilere sebep olabilmektedirler (Ünver ve ark., 2014). Tanenler rumen fermentasyonunu olumlu etkilemekte, rumendeki protein sindirimini azaltmakta (Kutlu Özen, 2009; Patra ve Saxena, 2011), rumende şişkinliği önlemekte, metanogenezini inhibe (Kutlu ve Özen, 2009; Hassan ve ark., 2020) etmektedir. Rasyona tanen ilave edilmesinin vücut ağırlığını, süt ve yapağı verimini, üreme performansını arttırdığı bildirilmiştir (Patra ve Saxena, 2011). Yemlerle alınan tanen rumende proteinlerle bileşik oluşturarak mikroorganizmaların proteinleri daha fazla parçalamasını önler. Rumende oluşan tanen-protein kompleksi sindirme uğramadan abomasuma ulaşır. Ortamın asidik olmasından dolayı tanen burada proteinlerden ayrılır. Böylece serbest kalan proteinler ince bağırsakta sindirime tabi tutulur (Öztürk, 2015). Bu durum proteinin by pass özellikle olmasını sağlayarak ince bağırsaklarda kullanılmasında avantaj teşkil etmektedir.

Toksikasyon vakaları genellikle hidrolize olabilen tanenlerden (HT) kaynaklanır (Aydın ve Üstün, 2007). Hidrolize olabilen tanenlerin; karaciğer, böbrek ve dalak gibi organlarda hasar oluşturdukları, mukozalar üzerine büzüştürücü etki göstererek salgıları azalttıkları, çok miktarda alındıklarında iştahı azalttıkları, aşırı miktarlarının ise *Gastroenteritis ulceroza*'ya (mide ve bağırsak yangısı) sebep olabildikleri bildirilmiştir (Ünver ve ark., 2014). Tanenlerin hayvanlar üzerindeki negatif etkileri, yemin lezzetini ve sindirim derecesini azaltması

(Öztürk, 2015) ve tanenlerin aşırı tüketilmeleri sonucu bağırsak hareketlerinde yavaşlamaya da neden olarak hayvanlarda kabızlığa yol açabilmeleridir. Rasyonda kullanılan yem hammaddelerinin tanen içeriğine bağlı ve tanenin negatif etkilerinden dolayı, hayvanlarda özellikle büyümede gerileme görülür. Farklı bir durum olarak, tanenler demir ile kuvvetli bir demir-fenol kompleksi oluşturmak suretiyle demirin emilimini önemli derecede düşürür, tripsin ile α -amilazların sindirimdeki aktivitesini, substratlarla kompleks teşkil ederek önlerler veya α -amilaza bağlanarak protein ve nişasta sindirimini aksamasına yol açarlar. Ayrıca tanenler vitamin B ile de kompleks oluşturarak vitamin B'nin emilimini önlerler. Ruminantların rasyonlarında düşük düzeyde (Kuru maddede % 1-4) bulunan tanenler, proteinlerin rumendeki yıkımını azaltarak by-pass olmasına neden olmakta iken, fazla miktarda (Kuru maddede % 5-11) tanen kullanılması ise besi performansı ve yem tüketimini olumsuz etkilemektedirler (Budağ, 2009). Rasyondaki, meşe yapağı miktarı %50'yi geçince hayvanlarda hastalıklar, % 75'i aşmasında ise ölümler görülmektedir. Kuru maddede % 20'den daha fazla HT içeren rasyonları tüketen ruminant hayvanlarda zehirlenme ve ölüm oranlarının arttığını bildirmiştir (Ünver ve ark., 2014). Benzer olarak Vermeire ve Wester (2001) sığır rasyonlarında, meşe yapağı miktarının % 50'yi geçmesi durumunda hayvanların hastalandığını, % 75'i aşması ile ölüm görüldüğünü belirtmişlerdir. Kamalak (2007) ise, kuru maddede % 20'den yüksek HT içeren rasyonları tüketen ruminantlarda zehirlenme ve ölüm oranlarının arttığını bildirmiştir.

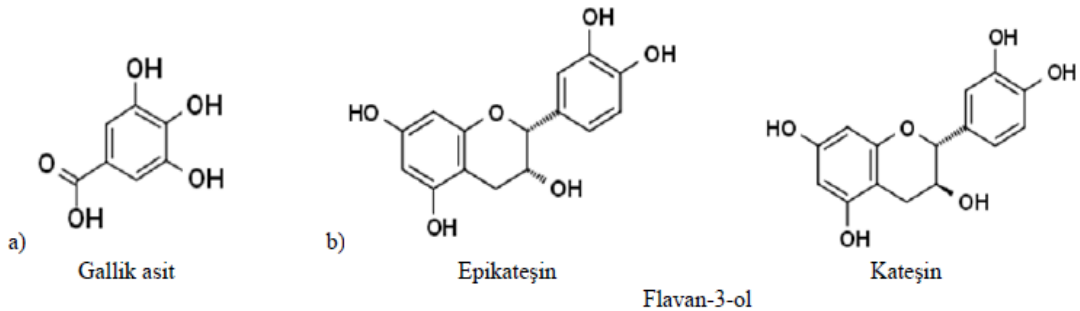
Tanenler; başta baklagiller olmak üzere, akasya, meşe, keçiyoynuzu, çay, nar ve üzüm gibi çok çeşitli bitkilerde bulunurlar (Ünver ve ark., 2014). Farklı bir çalışmada benzer olarak, bazı meşe, kestane, ökalüptus, çam türlerinin, yaprak ve sürgünlerinin % 20'ye hatta % 50'ye kadar hidrolize tanen içerdiği belirtilmiştir (Uğur ve Günel, 2020, Kaya ve Kamalak, 2012). Tablo 1'de bitkilerin tanen içerikleri ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tanenler; hidrolize ve kondense tanen olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır (Şekil 1). Hidrolize tanenler; fenolik asit, glikoz ve quinik asidin poliesterleri olup suda çözünebildiği halde, kondense tanenler; flavanolun yoğunlaşması ile oluşmaktadır (Uğur ve Günel, 2020). Hidrolize olan tanenlerin temel yapısı gallik asitdir. Hidrolize yapıları tanenler hidrojen molekülünü üreten bakterilere direkt metan gazı oluşturan mikroorganizma ile etmektedir (Ece ve Avcı, 2018). Metan gazı ruminantların sindirim sisteminde meydana gelen fermentasyon sonucu ortaya çıkmakta ve doğaya salınmaktadır. Metan gazının doğaya salınımı ile yemle alınan brüt enerjinin % 2-12'si kaybedilmektedir. Metan emisyonunun hem küresel ısınmayı arttıran etkileri hem de ruminantlarda yemle alınan enerjide kayba neden olması sebebi ile enterik metan üretiminin baskılanması için geliştirilen besleme stratejileri ön plana çıkmaktadır (Meral ve Biricik, 2013).

Tablo 1. Bitkilerin tanen içerikleri

Bitki Adı	Tanen Adı	İçerdiği Tanen Miktarı
Akasya yaprağı	KT	% 13,87 (Özdemir ve Kaya, 2020)
Kavak yaprağı	KT	% 12,21 (Özdemir ve Kaya, 2020)
Kayın yaprağı	KT	% 1,38 (Özdemir ve Kaya, 2020)
Meşe yaprağı	KT	% 2,63 (Özdemir ve Kaya, 2020), % 9,61 (Sevim, 2007)
Meşe Palamudu	KT	% 5-8 (Ece ve Avcı, 2018)
Söğüt yaprağı	KT	% 12,91 (Özdemir ve Kaya, 2020)
Söğüt ağacı kurumuş dallarının kabuğunda	T	% 15 (Oruç ve Avcı, 2018)
Söğüt ağacı yaprağı	T	105 g/kg KM (Oruç ve Avcı, 2018)
Gladiçya Meyvesi	KT	% 6,05 (Özkan, 2012)
Gladiçya Meyvesi	KT	% 8,25 (Başer ve Kamalak, 2020)
Tütün Sapları	KT	% 4,6 (Pekpazar ve Kılıç, 2020)
Sandal ağacı yaprakları	KT	% 4,9 -% 11,3 (Tatlıyer ve ark., 2019)
Dağ maunu yaprakları	KT	% 11,2 (Sevim, 2007)
Süperge darısı	KT	% 3,22 (Sevim, 2007)
Kavrulmamış Keçiboynuzu Tozu	T	% 3,15 (Yılmaz, 2009)
Kavrulmuş Keçiboynuzu Tozu	T	% 3,75 (Yılmaz, 2009)
Biberiye	KT	8,94 g/kg KM (Denek ve ark., 2014)
Siyah Çay	-	% 20-25, çay demine geçen miktar % 12-15 (Batur, 2012)
Çay fabrikası atığı	KT	% 7,89 (Sevim, 2007)
Asma yaprağı	KT	174,02 g/kg KM (Denek ve ark., 2014)
Taze Moringa yaprakları	T	% 1,4 (Ibrahima ve Kırkpınar, 2019) Çiçeklenme öncesi % 4,71 Çiçeklenme dönemi % 2,82
Yabani Korunga Otu	KT	Tohum Bağlama dönemi % 2,49 (Kaplan ve ark., 2014) Vejetatif dönem % 10,51 Çiçeklenme dönemi % 6,96
Korunga	KT	Geç olgunluk % 4,26 (KM içerisindeki KT içerikleri) (Taşkın, 2019)
Korunga	KT	% 2-4 (Doğan ve Günel, 2020)
Gazal Boynuzu	KT	% 2-5 (Doğan ve Günel, 2020)
Çemen otu	KT	% 0,76-1,61 (Akbay ve ark., 2020)
Okaliptüs	KT	17,33 g/kg KM (Denek ve ark., 2014)
Meşe, kestane, okalüptus, çam türlerinin yaprak ve sürgünleri	HT	% 20 - % 50 (Doğan ve Günel, 2020)
Ökse otunu	KT	% 0.882-1.086 (Yıldız ve ark., 2021)
Ada mimozası (L. Leucocephala) yapraklarında	A	% 4.87, 3.20, 6.72 (Attia ve ark., 2018)
Kıbrıs Mimosası (A. saligna) yapraklarında	A	% 4.21, 2.71, 7.20 (Attia ve ark., 2018)
Akdeniz tuzlu çalı (A. halimus) yaprakları	A	% 0.38, 0.20, 0.53 (Attia ve ark., 2018)
Mısır silajında	A	% 0.40, 0.07, 0.15 (Attia ve ark., 2018)

A= Toplam fenol, toplam tanenler ve kondanse tanen içeriği sırasıyla, T= tanen, KT: kondanse tanen, HT= hidrolize tanen



Şekil 1. Hidrolize olabilen tanenler (a) ve kondanse tanenlerin (b) molekül yapıları

Kaba yem içeren rasyonla beslemede metan kaybı artarken, kolay yıkılan karbonhidrat kaynakları rasyonda arttıkça sindirilen kuru madde başına metan üretimi ve kaybı azalmaktadır. Asetat/propiyonat oranı genel olarak

tahıl kaynaklı beslemede kaba yemlere göre daha azdır ve bu oran düştükçe metan üretimi de düşerken daha fazla enerji tutulmuş olur (Kutlu ve Serbester, 2014). Farklı yemleme sistemlerinin hayvan beslemede

kullanılması ile rumende metan salınımının da azaltılmasının sağlanabileceği farklı çalışmalarda da belirtilmektedir. Yurtseven ve ark., (2009) çalışmalarında, ruminantlarda tercihli yemlenmenin kullanılması ile rumende metan salınımının azaltılabileceğini ve keçilerde tercihli yemleme imkanının verilmesi ile hayvanların rumende kolay yıkılabilir kolay karbonhidrat kaynaklarına yöneldiklerini ve bu durumun metan salınımını azalttığını belirtmişlerdir. Böylelikle rumenden gazın dışarıya atılabilmesi için hayvanın enerji kaybının azaltılmasına gerek olduğunu bildirmişlerdir.

Gluten içermeyen karabuğday, sığır beslenmesinde hem tane hem de yeşil ve kuru ot olarak tüketilmektedir. Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum Moench*); taze kullanımının ruminal amonyak konsantrasyonlarını azaltırken, mikrobiyal verimliliği artırdığı düşünülmektedir. Süt ineklerine yem olarak taze karabuğday ve hindiba (*Cichorium intybus*) verilmesinin, sütün kalite özelliklerini de iyileştirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir (Alkay ve Kökten, 2020).

Ülkemiz çayır meralarında bulunan tanen içeren zararlı bitkiler; bahçe sütleğeni, sarı sütleğen ve hevulma çeşitleridir (Balabanlı ve ark., 2006).

Kondanse tanenler (KT) yem bitkisi olarak kullanılan ağaç ve çalılarda yaygın olarak bulunurlar (Aydın ve Üstün, 2007). Tanenlerin hangi bitkilerde daha yaygın oldukları Tablo 1’ de verilmiştir. Kondanse tanen, doğrudan metanojenleri inhibe ederek ve dolaylı olarak hidrojen miktarını azaltıp metanogenezisi sınırlandırarak etki etmektedir (Öztürk, 2015). Yemlerde bulunan düşük seviyedeki (% 2-3) kondanse tanen, proteinlerin rumende aşırı parçalanmasını önlemekte olduğunu belirtmişlerdir (Kaplan ve ark., 2014). Acar ve ark., (2020) tanenlerin kullanımını araştırdıkları çalışmalarında tanenlerin proteinlere bağlanarak rumende (pH 6-7) zor parçalanmış bir yapı oluşturduklarını ve rumenden parçalanmadan geçen azotun pH'nın 2,3-3,5 aralığına düştüğünü, abomasuma geldiğinde yeniden parçalandığını, böylece ince bağırsakta sindirim ve esansiyel amino asitlerin emilimini artırdığını belirtmişlerdir.

Kondanse tanen, yem içerisindeki besin maddeleri ve sindirim enzimleriyle kompleks yapı ve bileşikler oluşturarak sindirimi olumsuz etkileyebilmektedir. Yemlerde bulunan tanenin çözünerek uzaklaşması durumunun sindirilebilir kuru madde miktarının yükselmesine neden olduğu, fakat fermente olmadığı için gaz üretimine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Baklagil ağaçlarının yüksek kondanse tanen içeriğine sahip olması proteinlerin kullanımını olumsuz etkileyebilir (Başer ve Kamalak, 2020). Armut ve kavak ağaçlarından farklı zamanlarda toplanan ökse otunun kondanse tanen içeriklerinin araştırdığı çalışmada, Ocak ayında toplanan ökse otunda kondanse tanenin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu durum; söz konusu metabolitlerin kış döneminde daha etkin olduğunu, kondanse tanen içeriklerinin, ökse otunun toplandığı ağaç türlerine ve toplama zamanlarına göre

değişebileceğini göstermiştir (Yıldız ve ark., 2021).

2.1. Tanenlerin Etkileri

Tanenler doğal bir antioksidan olarak görev yaparlar, bağışıklığı artırır, antiparaziter ve antimikrobiyal özelliklere sahiptirler. İşkembede doymamış yağların doyurulması işlemlerini değiştirerek süt-yağ oranının artmasına neden olurlar (Coşkun, 2020). Süt ve yapağı verimini artırmasının yanı sıra besi hayvanlarında yemden yararlanmayı ve besi performansını da artırmıştır.

2.1.1. Antiparaziter etki

Kondanse tanenler, sindirim kanalı parazitlerinin larval gelişimini engellemekte ve dolaylı olarak, rumende proteinlere bağlanarak ve mikrobiyal parçalanmayı engelleyerek antiparaziter etki göstermektedir (Ünver ve ark., 2014). Tanen içeren bitkilerin tüketilmesi ile bağırsak nemotadlarının larvaları azalmaktadır (Acar ve ark., 2019). Benzer bir şekilde, kondanse tanenler hayvan iç parazitlerini azaltmakta ve verim artışı sağlamaktadır (Acar ve ark., 2020). Ünver ve ark., (2014) çalışmalarında, tanen kullanımı ile, aminoasitlerin duodenuma geçişini sağlayarak ve protein sindirimini arttırarak, konak hayvanın bağışıklığını geliştirdiklerini belirtmişlerdir.

2.1.2. Antioksidan etki

Tanenlerin, mutajenlerin sebep olduğu zararlı etkiyi azalttıkları ve DNA hasarlarına karşı da koruyucu bir etkiye sahip oldukları belirtilmiştir (Ünver ve ark., 2014). Tanenlerin, rumende bazı hidrojen üreten protozoolar ve/veya doğrudan hidrojen kullanan metan üretici organizmaları engellediği tahmin edilmektedir. Böylece, hem sera gazı salınımı azalmakta (Ayan ve ark., 2020; Acar ve ark., 2020), hem de hayvansal verimlilik artmaktadır (Acar ve ark., 2020)

2.1.3. Antibakteriyel etki

Kondanse tanenlerin, protein ve karbonhidratlarla (yani substratlarla) kompleks oluşturması, proteaz ve selülaz gibi mikrobiyal enzimleri inhibe etmesi, mikroorganizmaların membranları üzerine toksik etkilerinin bulunması ve metal iyonlarıyla oluşturdukları kompleksin toksik etkiyi arttırması sonucunda antibakteriyel etkilerini ortaya koydukları belirtilmektedir. Örneğin; Tannik asitin, bağırsak mikroorganizmalarının (*Bacteriodes fragilis*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* ve *Enterobacter cloacae* gibi) gelişimini demirle kompleks oluşturarak ve demirin mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirliğini engelleyerek inhibe ettiği bildirilmiştir. Ayrıca, tanenlerin biyofilm oluşumunu inhibe ettiği ve bu etki mekanizmasıyla *S. aureus* gibi biyofilm oluşturan bakterilere ve enfeksiyonlarına karşı etkili olabileceği belirtilmiştir (Ünver ve ark., 2014).

Holstein ırkı sığırlara günlük olarak verilen 100 g ve 200 g öğütülmüş okalıptüs yaprağının rumen sıvısındaki NH₃-N miktarını ve metan üreten toplam bakteri sayısını azalttığı bildirilmiştir. Rasyona, hayvan başına günlük 120 g okalıptüs yaprağı katıldığında NH₃-N düzeyini

istatistiksel açıdan azalttığını belirlemişlerdir. Birçok bitkide bulunan tanenlerin uygun miktarda kullanıldığında rumende yıkımlanan protein miktarını da azaltarak duodenuma geçen miktarı arttırdığı belirtilmektedir (Kutlu ve Özen, 2009; Ece ve Avcı, 2018). Erkek Holstein buzağuların rasyonlarına limon kokulu okaliptüs ekstrakt katkısının plazma antioksidan enzimatik aktivitelerini arttırmanın yanı sıra, dışkı patojenik bakteri sayılarında belirgin bir azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir (Hassan ve ark., 2020).

2.1.4. Besleme üzerine etkileri

Tanenin hayvan besleme üzerine etkisi; tanenin çeşidi ve konsantrasyonuna, hayvanın tür ve fizyolojik durumuna, hayvanın yaşına, rasyonun içeriğine bağlı olarak değişmektedir (Ünver ve ark., 2014). Düşük miktarda tanenin (% 2-3) şişmeyi önlediği, yüksek miktarda tanenin ise (% 5) yem tüketimini ve protein sindirimini azalttığı bildirilmiştir. Bu durumun, yem bitkilerinde bulunan kondense tanenlerin fazla kullanımı ile yemin beslenme değerini azaltabileceği ve hayvan sağlığına olumsuz etki edebileceği belirtilmektedir. Çemen otlarında bulunan kondense tanen oranı ruminant hayvanların tüketimi sınırları içerisinde olup, çemen otunun çiçeklenme öncesi ve % 50 çiçeklenme döneminde biçilmesi durumunda kaliteli kaba yem olarak kullanılabilirliği de değerlendirilmektedir (Akbaş ve ark., 2020).

Laktasyondaki inek rasyonuna *quebracho* kondanse tanen özütü (150 g/gün; %70 tanen; *quebracho* kondanse tanen) ilavesinin süt yağ asidi içeriğinde hiçbir etki göstermediği belirtilmiştir (Benchaar ve Chouinard, 2009). Kondanse tanen içeriği yüksek olan (% 6.05) gladiçya meyvesinin ilavesi, şeker pancar posası silajlarının kuru madde, yağ içeriği, ham protein, kül, ADF içeriklerini, Fleig skorunu ve yem tüketimini yükseltirken, NDF içeriğinde azalma ve aerobik stabilitede kötüleşme ile karşılaşmıştır. Ancak, fermantasyon parametrelerine, kuru madde sindirim derecesine, organik madde sindirim derecesine, metabolik enerjiye, kuru maddenin ve ham proteinin rumende parçalanması üzerine fazla bir etki yapmadığını belirtilmiştir (Özkan, 2012).

Uslu ve Kaya, 2020 çalışmalarında, gladiçya meyvesinin yonca silajına katkı oranına bağlı olarak silajın, ham protein, ham yağ, ham kül, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriğini azalttığını ancak suda çözünbilir karbonhidrat ve toplam tanen içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu silajların pH, asetik asit, bütirik asit ve amonyak azotu konsantrasyonlarının düştüğünü fakat laktik asit ve propiyonik asit düzeylerinin arttığını bildirmişlerdir. Ağaç yapraklarında, tanenlerin, NDF ve ADF fraksiyonlarında önemli miktarlarda bulunduğunu ve proteinlerin hücre duvarına bağlanması ile sindirilebilirliğinin azalmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir (Kamalak ve ark., 2004).

Pekpazar ve Kılıç (2020) çalışmalarında, tütün saplarına ait kondanse tanen analizlerini % 4.6 (%3.7 - 5.6) olarak

belirtmişlerdir. Bu oranın ruminant hayvanların beslenmesinde kabul edilebilir sınırlarda olduğu dikkate alındığında tütün saplarının hayvan beslemede diğer samanlara tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Üstün ve Aydın (2007) çalışmalarında orta düzeyde (20-40 g KT/ kg Kuru Madde) KT içeren bitkilerle beslenen koyun ve ineklerde, süt protein oranının % 40 oranında arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca benzer bir şekilde bu düzeydeki kondanse tanen kullanımının koyunlarda ince bağırsaktan esansiyel aminoasit emilimini % 65 arttırdığını da belirtmişlerdir.

Rasyonun (KM'de) % 1-4 kondanse tanen içermesinin, rumende protein yıkılabilirliğini azaltıp, azot ve esansiyel aminoasitlerin abomasuma geçişini ve emilimini arttırdığını belirtmişlerdir. Ancak, rasyondaki kondanse tanen düzeyi (KM'de) % 5'in üzerine çıktığında ise, yem tüketiminin, besin madde sindirilebilirliğinin ve hayvanın performansının olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (Ünver ve ark., 2014).

2.1.5. Ruminantlar üzerine etkileri

Ruminantlarda 10-40 g/kg KM tanen kullanımının faydalı olduğu, kondanse tanen içeriğinin rasyonda 22-38 g/kg KM düzeyinde olmasının yapağı verimini %10 arttırdığı belirtilmiştir (Kamalak ve ark., 2005). Farklı çalışmalarda da benzer durum desteklenmektedir. Öztürk (2015) çalışmasında ruminantların rasyonuna 20-45 g/KM kondanse tanen ilavesinin süt ve yapağı verimini artırdığını, üreme parametrelerine olumlu etki gösterdiğini ve timpani (rumende gaz oluşumu) riskini azaltmakta olduğunu belirtmiştir. Ancak rasyona 55 g/KM den fazla kondanse tanenin eklenmesinin yem tüketimini, sindirim derecesini, büyüme ve yapağı verimini olumsuz etkilemekte olduğu vurgulanmıştır.

Dschaak ve ark. (2011) Kondanse tanen ekstraktı (CTE) takviyeli rasyon ile beslenen ineklerin süt protein veriminde kayıp olmadan, süt üre azotu ve ruminal amonyak azotu konsantrasyonlarında azalma olduğunu kaydetmişlerdir. Ayrıca CTE'nin idrarla atılan azot miktarını değiştirebileceği, dışkı N'nin idrar N'na oranını etkilediği ancak toplam N atılımını etkilemediği bildirilmiştir. Benzer bir çalışmayı Gerlach ve ark. (2018) yapmış olup, kondanse tanen ekstraktı katkılı rasyon ile beslenen süt ineklerinde ve besi sığırlarında metan oluşumunun azaldığını ve NDF sindirilebilirliğinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Williams ve ark. (2020) kontrol grubuna göre, yağ katkılı rasyon (800 g/gün pamuk tohumu yağı) uygulanan ineklerde % 7, tanen katkılı rasyon (400 g/gün tanen) uygulanan ineklerde % 6, yağ ve tanen katkılı rasyonlar (800 g/gün pamuk tohumu yağı ve 400 g/gün tanen) verilen ineklerde ise %10 metan salınımının azaldığını bildirmişlerdir. Attia ve ark. (2018) toplam fenol, toplam tanenler ve kondanse tanen içeriklerini sırasıyla, ada mimozası (*L. Leucocephala*) yapraklarında % 4.87, % 3.20, % 6.72, Kıbrıs Mimosası (*A. saligna*) yapraklarında % 4.21, % 2.71, % 7.20, akdeniz tuzlu çalı (*A. halimus*) yapraklarında % 0.38, % 0.20, % 0.53 ve Mısır silajında % 0.40, % 0.07, % 0.15 olarak tespit etmişlerdir.

Rasyona kuru madde yüzdesi % 0.025 seviyesinde akasya bitkisi orijinli tanen eklenmesi metan gazı oluşumunu %13 düzeyinde düşürmüştür. Başka bir çalışmada, kaba yeme % 20 seviyesinde akasya bitkisi katılmasının metan gazı oluşumunu önemli derecede düşürdüğü bildirilmektedir (Ece ve Avcı, 2018). Akasya mearnisii tanen ekstraktının 7,7 g/kg KM oranında rasyona eklenmesi ile idrar ile üre atılımını azalttığı ancak toplam dokular boyunca üre veya glikoz net akışı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır (Orlandi ve ark., 2020). Süt inekleri rasyonlarında akasya tanen ekstraktı 30 g/ kg KM ilavesinin metan üretiminde önemli bir düşüşe neden olduğu belirtilmiş ve süt ineklerinde, bazı süt yağ asitleri, metan salınımı ile ilişkilendirilmiştir (Denninger ve ark., 2020).

Erkek Holstein buzağuların rasyonlarına limon kokulu okaliptüs ekstrakt katkısının buzağuların sağlık durumunu iyileştirmek, büyüme performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın metan üretimini azaltmak ve rumen fermentasyonunu manipüle etmek için 10 ml/ buzağı/ gün şeklinde desteklenmesi gerekliliği belirtilmiştir (Hassan ve ark., 2020). Oruç ve Avcı'nın (2018) çalışmasında, bazı kaba yemlere (yonca kuru otu ve mısır silajı) söğüt ağacı yaprağı (SAY) ilavesinin, NH₃-N, CH₄, in vitro organik madde sindirilme derecesi ve metabolik enerji değerleri üzerinde, SAY kullanım miktarına bağlı olarak oransal düşüşe sebep olduğu bildirilmektedir.

Kestane ağacından ekstrakte edilen tanenle yapılan araştırmada, materyalin, in vitro gaz üretiminde toplam CH₄ gazı oluşumunu azaltıcı etki yaptığı bildirilmiştir (Ece ve Avcı, 2018). Doğan ve Günel (2020), çalışmalarında, tanen kaynağı ve dozunun rumen fermentasyonu, kuru madde sindirimi ve in vitro gaz üretimi üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir. Rasyona 75 g/KM tanen ekstraktı katkısının asetik/propiyonik asit oranı, NH₃ düzeyi ile CH₄ gazı üretimini önemli düzeyde azalttığını ancak toplam UYA üretimini olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır. Bu nedenle çalışmalarında tanen konsantrasyonunun 50 g/kg KM'ı geçmemesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Hassanat ve Benchaar (2013), tanen konsantrasyonu arttıkça in vitro gaz üretimi ve toplam uçucu yağ asidi (VFA) konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada ≥ 50 g / kg'de akasya, kestane veya valonea tanenlerinin veya ≥ 100 g / kg' de quebracho taneni ilavesinin, CH₄ üretiminde %40'a kadar azalmaya neden olduğunu ayrıca NH₃ ve dallı zincirli VFA konsantrasyonlarını azalttığını ve rumen protein sindiriminde düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir. Rumen koşullarının düzenlenmesinde de tanen katkısının etkisi olduğu farklı çalışmalarda vurgulanmaktadır. 5 g/kg KM ya da daha fazla konsantrasyonda KT içeren bitkilerle beslenen ruminantlarda, rumende köpüklenmenin baskılandığı, rumende gaz üretiminin önemli ölçüde azaldığı ve şişkinliğin önlendiği bildirilmiştir (Üstün ve Aydın, 2007). Sığır besi yemine % 1, % 2, % 3, % 4 düzeylerinde

meşe palamudu taneni ilavesinin, rumen amonyak üretimini önemli düzeyde düşürdüğünü ve rumende ham protein parçalanabilirliğinde ise bir azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ek olarak, koyunların rasyonlarında % 6; keçilerin rasyonlarında ise % 8-10 düzeyinde tanen kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Ünver ve ark., 2014)

Herremans ve ark., (2020) çevreye, idrar azotunun dışkı azotundan daha fazla zarar verdiğini belirtmişlerdir. Tanenlerin rumen amonyak azot (N) üretimini (% 16; ortalama 10.95 ila 8.47 mg/dl), süt üre (% 9; 15.82 ila 14.03 mg/dl) ve idrar N atılımını azalttığını belirtmişlerdir (-11 %). Süt sığırlarının rasyonlarına 90 g tanen (*Quebracho Colorado*) ilavesinin Betahidroksi Butirat (BHB) düzeyini düşürdüğü, süt sığırlarında negatif enerji dengesine karşı korumada kullanılabileceği bildirilmektedir (Şentürk ve ark., 2015). Besleme-üreme birbirine bağlı olarak hayvancılık açısından üzerinde durulması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Merada otlayan koyunların mera koşullarındaki otlama kalitesinin de üreme üzerine etkileri önemli olmaktadır. Benzer olarak, Kamalak ve ark., (2005) çayır otu ve yoncaya nazaran gazel boynuzunun (*L. Corniculatus*) koyunlarda ovulasyon oranını ortalama % 22 arttırdığını ve bu etkinin, *L. Corniculatus*'un kondense tanen içeriğinden kaynaklandığı ve bunun PEG kullanılarak tespit edildiği belirtmişlerdir. Tanenlerin ruminant rasyonlarındaki oranları ve diğer etkileri Tablo 2'de verilmektedir.

2.2 Tanenlerin Olumsuz Etkilerini Gidermek İçin Uygulanabilecek Yöntemler

Tanenlerin hayvanların üzerindeki olumsuz etkilerini gidermek için kurutma, depolama, alkalilerle muamele ve funguslarla fermentasyona tabi tutma şeklinde farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler tanen içeriklerini değişik oranlarda azaltmaktadır (Kamalak, 2007).

2.2.1 Kurutma ve depolama

Kurutma ve depolama yemlerin kondense tanen içeriğini azaltmakta ve besleme değeri artırmaktadır (Kamalak, 2007). Farklı bir araştırmada da yaprakların parçalanıp, 5-10 gün depolandıktan sonra hayvanlara yedirilmesinin, çiftçinin kolayca uygulayabileceği ve etkili sonuç elde edebileceği bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Ünver ve ark., 2014).

2.2.2 Alkalilerle muamele

Yemlerin CaOH ve kül solüsyonuyla muamelesi, analiz edilebilir tanen miktarını önemli derecede azaltırken, sadece kül solüsyonuyla muamele edilen yemlerin besleme değerini arttırdığı bildirilmiştir (Kamalak, 2007). Yemlerin CaOH, NaOH ve üre gibi alkaliler ile muamelesi sonucunda kondanse tanen içeriğinin % 90'lara varan düzeyde azaldığı, odun külüyle muamele sonucunda ise, kondanse tanen içeriğinin % 60'lara düştüğü, protein sindirilme derecesinin ise % 55 arttığı vurgulanmaktadır. % 10 meşe odunu külü muamelesi sonucu kondanse tanen içeriği % 80 oranında, % 10 çam odunu külü ile muamele sonucunda ise kondanse tanen

içeriğinin % 85 oranında azaldığı belirtilmiştir (Ünver ve ark., 2014).

Tablo 2. Tanenlerin ruminant rasyonlarındaki oranları ve etkileri

Hayvanın Cinsi	Kullanım Oranı	Etkisi
Ruminantlar	Kuru Maddede % 1-4	Proteinlerin rumende yıkımını azaltarak proteinin by-pass özellikte olmasını sağlar (Budağ, 2009)
Ruminantlar	20-45 g Kondanse tanen	Süt ve yapağı verimi artırır, üreme üzerine olumlu etkisi vardır, Timpani riskini azaltır (Öztürk, 2015)
Ruminantlar	50 g/kg'ın üzerinde	Sindirilebilirliği, yem tüketimini ve dolayısı ile performansı negatif etkilediği için bu düzeyin üzerinde tanen içeren rasyonlarda tanen bağlayıcıların kullanılması gerekmektedir (Meral ve Biricik, 2013).
Süt inekleri	20-40 g KT/kg KM	Süt proteini üretimini % 40 arttırmıştır (Üstün ve Aydın, 2007)
Süt inekleri	Akasya tanen ekstraktı 30 g/kg. KM	Metan üretimini düşürür (Denninger ve ark., 2020)
Süt inekleri	120 g tanen özü	CH ₄ emisyonu, tanen özütü ile takviye edilen hayvanlarda, takviye edilmemiş hayvanlara kıyasla önemli ölçüde azalmıştır (% 32, P < 0.05) (Alves ve ark., 2017).
Süt inekleri	90 g tanen	Betahidroksi Butirat düzeyini düşürür ve süt sığırlarında negatif enerji dengesine karşı korumada kullanılabilir (Şentürk ve ark., 2015)
Holstein ırkı sığır	100 g-200 g/gün öğütülmüş okalipütüs yaprağı	Rumen sıvısındaki NH ₃ -N miktarı ve metan üreten toplam bakteri sayısını azaltır (Ece ve Avcı, 2018)
Kültür melezi sığır	Kurutulmuş meşe yaprağı 2 kg/gün	Klinik, hematolojik ve biyokimyasal parametreler fizyolojik sınırlar içerisinde kalmıştır (Balıkçı ve Gürdoğan, 2003)
Besi sığırı	Kuru maddenin %3'ü	Metan oluşumunu % 36 azaltır ancak NDF sindirilebilirliğini olumsuz etkiler (Gerlach ve ark., 2018)
Besi sığırı	Meşe palamudu taneni %1-%4	Rumen amonyak üretimini önemli ölçüde düşürür (Ünver ve ark., 2014)
Koyun	Meşe palamudu taneni %6	Tolere edilebilir düzey olduğunu belirtmiştir (Ünver ve ark., 2014)
Koyun	Kuru maddenin %2,5'i düzeyinde akasya taneni	Metan üretiminde % 13 azalma gözlemlenmiştir (Meral ve Biricik, 2013).
Keçi	Meşe palamudu taneni %8-%10	Tolere edilebilir düzey (Ünver ve ark., 2014)

2.2.3 PEG (Polyethylene glycol) ile muamele

Yemlere Polietilen glikol (PEG) ilavesinin, yem tüketimi ve yemin sindirim derecesini önemli ölçüde etkilediği ancak PEG fiyatının yüksek olması nedeniyle kullanımının kısıtlandığı, bunun yerine odun külü ile muamelelerin alternatif bir metot olarak tavsiye edildiği bildirilmektedir (Kamalak, 2007). Tanen içeren *Arbutus andrachne*, *Pistia lentiscus*, *Juniperus communis* ağaçlarının yapraklarına 1 mg PEG ilavesinin, organik madde sindirilebilirliğini 0,13 ve metabolik enerji değerlerini ise 0,02 birim arttırdığı vurgulanmıştır (Ünver ve ark., 2014).

3. Sonuç

Ruminantlarda sağlık, verim ve performansı arttırmak için antibiyotiklerin yerine hayvansal ürünlerde kalıntı bırakma riski olmayan katkı maddeleri kullanımı son zamanlarda daha çok önem kazanmıştır. Ayrıca son yıllarda ciddi bir sorun olan küresel ısınmada önemli bir yere sahip olan ve ruminantlarda sindirim faaliyeti sonucu havaya salınan metanın düzeyi ruminant yemlerine tanen ilavesi ile azaltılabilmektedir. Ruminant hayvan beslemede işletme karlılığının artırılması için rasyonlara ilave edilen ekonomik performans arttırıcıların kullanım oranları, hayvanlar üzerindeki olumlu etki aralıklarının belirlenebilmesi konuları üzerinde daha fazla çalışma yürütülebilmesi adına in vivo çalışmaların derinleştirilmesine ve çeşitlendirilmesine

ihtiyaç bulunmaktadır.

Katkı Oranı Beyanı

Çalışma MB ve FK tarafından tasarlandı ve derlendi. Akış, şekilsel düzenleme ve literatür çalışması MEC tarafından yapıldı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Acar MC, Kırkpınar F, Şayan Y, Mert S. 2019. Organik yemler ve alternatif organik yem proteini kaynakları. VI. Organik Tarım Sempozyumu, Mayıs 15-17, İzmir, Türkiye, 254 s.
- Acar Z, Tan M, Ayan İ, Aşçı ÖÖ, Mut H, Başaran U, Gülümser E, Can M, Kaymak G. 2020. Türkiye'de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p. 529-555.
- Akbay F, Erol A, Kamalak A. 2020. Farklı hasat döneminin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) otunun kimyasal bileşimi, metan üretimi ve kondense tanen içeriği üzerine etkisi. KSÜ Tarım Doğa Derg, 23 (6):1663-1668.
- Alkay R, Kökten K. 2020. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) önemi ve kullanım alanları. Gıda Yem Bilim Teknoloji Derg, 24: 16-21.
- Alves TP, Dall-Orsoletta AC, Ribeiro-Filho HMN. 2017. The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and methane emission in a tropical pasture. Trop Anim Health Prod, 49(8):

- 1663-1668.
- Attia MFA, Nasser MEA, Zeitoun MM, El-Gendy MN, El-Shazly KA, Sallam SMA. 2018. Digestion of tanniniferous plants in ruminants. In vitro ruminal and post-ruminal protein digestion of some Egyptian tanniniferous plants. *J Food, Agri Environ*, 16(2): 100-107.
- Ayan İ, Acar Z, Mut H, Can M, Kaymak G, Tunali U. 2020. Çayır ve mera alanlarında mevcut durum sürdürülebilirlik ve gelecek”, Tmmob Ziraat Mühendisleri Odası. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p.105-119.
- Aydın SA, Üstün F. 2007. Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 33 (1): 21-31.
- Balabanlı C, Albayrak S, Türk M, Yüksel O. 2006. Türkiye çayır meralarında bulunan bazı zararlı bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri. Süleyman Demirel Üniv Orman Fak Derg, 2: 89-96.
- Balıkçı E, Gürdoğan F. 2003. Kurutulmuş meşe yaprağı ile beslenen sığırlarda bazı klinik, hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin tespiti. *Vet Bil Derg*, 19(1-2): 27-32.
- Batur A. 2012. Siyah çay teknolojisi. Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Özel Gıdalar Teknolojisi Ders Notları, 2011-2012 Bahar Dönemi. <http://biriz.biz/cay/siyahcayteknolojisi.pdf> (erişim tarihi: 10 Ocak 2021)
- Başer A, Kamalak A. 2020. Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde yetişen bazı baklagil ağaç yapraklarının yem değerleri ve in vitro fermentasyon özellikleri. *Türk Tarım Doğa Bilim Derg*, 7(4): 940-947.
- Benchaar C, Chouinard PY. 2009. Short communication: assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. *J Dairy Sci*, 92: 3392-3396.
- Budağ C. 2009. Baklagil tane yemleri ve ruminant beslenmede kullanımı. *YYÜ. Fen Bilim Enst Derg*, 14(2): 88-107.
- Coşkun B. 2020. Kuru dönemde bakım ve beslemenin buzağı sağlığı üzerine etkileri. *Medisan Yayın Serisi 89*, Ankara, Türkiye, ISBN: 978-975-7774-88-4, pp. 9-17.
- Denek N, Avcı M, Can A, Daş B, Aydın SS, Savrunlu M. 2014. Kimi kaba yemlerde farklı bitki yapraklarının in vitro metan üretimi üzerine etkisi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 3(2) 59-66.
- Denninger TM, Schwarm A, Birkinshaw A, Terranova M, Dohme-Meier F, Münger A, Eggerschwiler L, Bapst B, Wegmann S, Clauss M, Kreuzer M. 2020. Immediate effect of Acacia mearnsii tannins on methane emissions and milk fatty acid profiles of dairy cows. *Anim Feed Sci Technol*, 261: 114-388.
- Doğan U, Günel M. 2020. Effects of chestnut and mimosa tannin extract supplementations to feeds on some in vitro rumen fermentation parameters. *MKU Tar Bil Derg*, 25(3): 341-351.
- Dschaak CM, Williams CM, Holt MS, Eun JS, Young AJ, Min BR. 2011. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 94(5): 2508-2519.
- Ece Z, Avcı M. 2018. Yonca kuru otu ve süt sığıri rasyonuna zeolit ve meşe palamudu ilavesinin in vitro organik madde sindirimi ve metan oluşumu üzerine etkisi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 7(1): 67-73.
- Gerlach K, Pries M, Tholen E, Schmithausen AJ, Büscher W, Südekum KH. 2018. Effect of condensed tannins in rations of lactating dairy cows on production variables and nitrogen use efficiency. *Anim Consortium*, 12(9): 1847-1855.
- Gümüş R, İmik H. 2012. Saponinlerin hayvan beslenmede yem katkı maddesi olarak kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg*, 7(3): 221-229.
- Hassan A, Abu Hafsa SH, Elghandour MMY, Reddy PRK, Salem MZM, Anele UY, Reddy PPR, Salem AZM. 2020. Influence of *Corymbia citriodora* leaf extract on growth performance, ruminal fermentation, nutrient digestibility, plasma antioxidant activity and faecal bacteria in young calves. *Anim Feed Sci Technol*, 261: 114-394.
- Hassanat F, Benchaar C, 2013. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *J Sci Food Agric*, 93(2):332-9.
- Herremans S, Vanwindekens F, Decruyenaere V, Beckers Y, Froidmont E. 2020. Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A meta-analysis. *J Anim Physiol Anim Nutri*, 104(5): 1209-1218.
- Ibrahima FI, Kırkpınar F. 2019. Moringa (*Moringa Oleifera*) bitkisinin özellikleri ve hayvan beslenmede kullanımı. 5. Uluslararası Öğrenci Sempozyumu Bildiriler Kitabı-7- Fen Bilimleri-Ziraat-Sağlık, Aralık 6-8, İstanbul, Türkiye, pp.140-162.
- Kamalak A. 2007. Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. *KSÜ Fen ve Mühendislik Derg*, 10(2): 144-150.
- Kamalak A, Canbolat Ö, Gürbüz Y, Özay O, Erer M, Özkan ÇÖ. 2005. Kondense tanenin ruminant hayvanlar üzerindeki etkileri hakkında bir inceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Derg*, 8(1): 132-137.
- Kamalak A, Filho JMP, Canbolat Ö, Gürbüz Y, Özay O, Özkan ÇÖ. 2004. Chemical composition and its relationship to in vitro dry matter digestibility of several tannin-containing trees and shrub leaves. *Livestock Res Rural Dev*, 16: 1-8.
- Kaplan M, Kamalak A, Özkan ÇÖ, Atalay Aİ. 2014. Vegetasyon döneminin yabancı korunga otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine etkisi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 3(1): 1-5.
- Karayağız İ, Bülbül T. 2014. Ruminantlarda verim performansı üzerine etkili yem katkı maddeleri. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg*, 9(2): 124-133.
- Kaya E., Kamalak A. 2012. Potential nutritive value and condensed tannin contents of acorns from different oak species. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18(6), 1061-1066.
- Kılıç U, Boğa M, Görgülü M. 2007. Ruminantların beslenmesinde kullanılan yem katkı maddeleri. *Yem Magazin*, 48: 25-32.
- Kutlu HR, Özen N. 2009. Hayvan beslenmede son gelişmeler. VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Haziran 24-27, Erzurum, Türkiye, p.72.
- Kutlu HR, Serbest U. 2014. Ruminant beslenmede son gelişmeler. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1): 18-37.
- Meral Y, Biricik H. 2013. Ruminantlarda metan emisyonunu azaltmak için kullanılan besleme yöntemleri. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Eylül 26-27, Ankara, Türkiye, p.34.
- Orlandi T, Stefanello S, Mezzomo MP, Pozo CA, Kozloski GV. 2020. Impact of a tannin extract on digestibility and net flux of metabolites across splanchnic tissues of sheep. *Animal Feed Sci Technol*, 261.
- Oruç A, Avcı M. 2018. Bazı kaba yemlere farklı seviyelerde ilave edilen söğüt ağacı (*Salix alba*) yaprağının in vitro sindirim ve metan oluşumu üzerine etkisi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 7(1): 60-66.
- Özdemir Ö, Kaya A. 2020. Bazı ağaç yapraklarının in vitro gaz üretim teknolojisiyle yem değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilim Derg*, 30(3): 454-461.
- Özkan ÇÖ. 2012. Gladıçya (*Gleditsia Triacanthos*) meyvesinin

- şeker pancarı posası silajında kullanımı. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye, pp.81.
- Öztürk P. 2015. Fitobiyotiklerin metanogenezise etkisi. Bahri Dağdaş Hay Araş Derg, 4(2): 30-36.
- Patra A, Saxera J. 2011. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant Nutrition. J Sci Food Agri, 91(1): 24-37.
- Pekpazar YK, Kılıç Ü. 2020. Tütün samanlarına farklı katkı maddeleri ilavesinin metan üretimi ve yem değeri üzerine etkisi. Inter Multilingual J Sci Technol, 5: 12.
- Sevim Ö. 2007. Keçi rasyonlarında farklı düzeylerde meşe yaprağı kullanılmasının sindirilebilirlik ile bazı rumen ve kan parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, pp.76.
- Şentürk S, Cihan H, Kasap S, Mecitoğlu Z, Temizel M. 2015. Effects on negative energy balance of tannin in dairy cattle. Uludag Univ J Fac Vet Med, 34(1-2): 1-7.
- Taşkın HC. 2019. Bazı korunga hatlarının yem değerlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı. Tekirdağ, Türkiye, pp.53.
- Tatlıyer A, Kamalak A, Öztürk D. 2019. Sandal Ağacı (Arbutus andrachne) yapraklarının potansiyel besleme değerinin belirlenmesi. KSÜ Tarım Doğa Derg, 22(2): 316-322.
- Tölu C, Akbağ HI, Yurtman İY, Savaş T. 2020. Organic animal farming in Turkey: Philosophy and practice. J Anim Prod, 61(1): 73-81.
- Uğur D, Günel M. 2020. Yemlere kestane ve mimoza tanen ekstraktı ilavesinin bazı in vitro rumen fermentasyon parametreleri üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniv Tarım Bilim Derg, 25(3): 341-351.
- Uslu ÖS, Kaya M. 2020. Silaj: Hayvancılık işletmelerinin en önemli kaba yem kaynağı. Tarım ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler, İksad Yayınevi, ISBN: 978-625-7139-78-6, Ankara, Türkiye, pp. 5-43.
- Ünver E, Okur AA, Tahtabıçen E, Kara B, Şamlı HE. 2014. Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim Teknol Derg, 2(6): 263-267.
- Üstün F, Aydın SA. 2007. Tanenler 2 Toksikitepleri, beslenme üzerine etkileri, detannifikasyon. İstanbul Üniv Vet Fak Derg, 33(1), 33-41.
- Vermeire LT, Wester DB. 2001. Shinnery oak poisoning of rangeland cattle: Causes, effects&solutions. Rangelands, 23(2): 19-21.
- Williams SRO, Hanna MC, Eckard RJ, Wales WJ, Moate PJ. 2020. Supplementing the diet of dairy cows with fat or tannin reduces methane yield, and additively when fed in combination. Animal, 14(S3): 464-472.
- Yıldız B, Öztürk, YE, Kardeş YM, Mut H, Gülümser E. 2021. Kaba yem olarak değerlendirilen ökse otunun antioksidan özellikleri ve kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilim Derg, 36(1): 132-137.
- Yılmaz MY. 2009. Keçiboynuzu Suyu Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul, Türkiye, pp. 98.
- Yurtseven S, Çetin M, Öztürk İ, Can A, Boğa M, Şahin T, Türkoğlu H. 2009. Effect of different feeding method on methane and carbon dioxide emissions milk yield and composition of lactating awassi sheep. Asian J Anim Vet Adv, 4(6): 278-287.



İŞLETMELERDE ERP PROGRAMI KULLANMANIN AVANTAJLARI

Ersin ÖZKÖSE^{1*}, Mehmet Serhat ODABAŞ¹

¹Ondokuzmayıs Üniversitesi, Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, 55300, Samsun, Türkiye

Özet: Kurumların günümüzde oluşan rakabet şartlarında avantajı ele geçirebilmeleri ve rakiplerine oranla daha planlı programlı bir yapıda olmaları, fiziki anlamda varlıklarını sürdürebilmeleri noktasında yazılı olmayan bir kuraldır. Bu kapsamda tüm işletmeler minimum maliyet ile maksimum kazancı hedef haline getirerek bu yönde adımlar atmaları gerekmektedir. Bu gerekliliğin yerine getirilebilmesi noktasında ise hata oranını en az düşürecek, işletme faaliyetlerinin anlık resminin çekilmesinde kişilerin insiyatifine bağlı elde edilecek değerlerin en aza indirilmesi için sistematik bir uygulamanın kullanılması gerekliliğini doğurmuştur. Bu noktada ERP kavramı karşımıza çıkmaktadır. ERP, kurumların tüm çalışanlarını entegre etmenin ve koordinasyon içerisinde hareket etmelerini sağlamanın en kolay yöntemidir. Bu yöntem sayesinde kurumlarda telefon, e-mail, sms trafiği en aza indirgenerek, kurumsallık kavramına sistematik olarak yaklaşmanın ilk adımları atılmış olur. Bu çalışmada ERP uygulamaları hakkında genel bir literatür çalışması yapılmış olup, bu uygulamaların kullanım alanları, metodolojisi ve kullanımının sağlayacağı faydalardan bahsedilmiştir. Çalışmanın amacı ERP uygulamasının kurumsallık üzerindeki etkilerinde bahsedilerek, eksi ve artıları tarif edilerek, kullanımının artması yönünde rehberlik etmektir.

Anahtar kelimeler: ERP uygulamaları, ERP metodolojisi, ERP uygulama süreci adımları


Advantages of Using ERP Program in Business


Abstract: It is an unwritten rule that institutions take advantage in the conditions of competition in today's condition and have a more planned programmatic structure compared to their rivals and they can continue their existence in physical sense. In this context, all enterprises should take steps to achieve maximum profit with minimum cost. At the point of fulfillment of this requirement, it will reduce the error rate to a minimum, and it is necessary to use a systematic application in order to minimize the values to be obtained in relation to the initiative of the individuals in taking a snapshot of the business activities. At this point, the concept of ERP appears. ERP is the easiest way to integrate all employees of institutions and to ensure that they act in coordination. Thanks to this method, telephone, e-mail and sms traffic are minimized and the first steps of systematic approach are taken. In this study, a general literature study about ERP applications has been made and the usage areas, methodology and usage of these applications are explained. The aim of the study is to explain the effects of ERP implementation on institutionalization and to define the minus and its advantages and to guide the increase of its usage.

Keywords: ERP applications, ERP methodology, Implementation process steps

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuzmayıs Üniversitesi, Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, 55300, Samsun, Türkiye

E mail: ersin.ozkose@bil.omu.edu.tr (E. ÖZKÖSE)

Ersin ÖZKÖSE  <https://orcid.org/0000-0002-6473-1991>

Mehmet Serhat ODABAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-1863-7566>

Gönderi: 29 Ağustos 2021

Kabul: 07 Eylül 2021

Yayınlanma: 01 Ekim 2021

Received: August 29, 2021

Accepted: September 07, 2021

Published: October 01, 2021

Cite as: Özköse E, Odabaş MS. 2021. Advantages of using ERP program in business. BSJ Eng Sci, 4(4): 226-231.

1. Giriş

ERP sistemlerinin bilinenden daha eski bir tarihi bulunmaktadır. 1913 yılında mühendis Ford Whitman Harris, ekonomik sipariş miktarı (EOQ) modeli olarak bilinen, üretim çizelgeleme için kağıt bazlı bir üretim sistemini geliştirdi. Uzun yıllar boyunca EOQ, üretim standardı olarak kullanıldı. Alet yapan Black and Decker ise 1964 yılında EOQ kavramlarını ana bilgisayar ile birleştiren malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) çözümünü benimseyen ilk şirket olarak oyuna yeni bir soluk getirdi. MRP, 1983 yılında üretim kaynak planlaması (MRP II adı verilir) geliştirilene dek üretim standardı olarak kullanıldı. MRP II, ana yazılım mimarisini modüller üzerine kurdu ve satınalma, ürün ağaçları, programlama ve sözleşme yönetimi dahil olmak üzere temel üretim bileşenlerini entegre etmekteydi. Tarihte ilk kez farklı üretim görevleri ortak bir sisteme entegre edildi. MRP II

aynı zamanda organizasyonların kurumsal verileri paylaşmak ve entegre etmek ve daha iyi üretim planlamasıyla işletim verimliliğini arttırmak üzere yazılımdan nasıl faydalanabilecekleri konusunda çekici bir vizyon sundu, envanteri ve atıkları (ıskartaları) azalttı.

1970'li ve 1980'li yıllarda bilgisayar teknolojisi evrimleştikçe üretim, birleşik finans, müşteri ilişkileri yönetimi ve insan kaynakları verilerinin ötesinde iş faaliyetlerini yürütmek adına MRP II benzeri kavramlar geliştirildi. 1990 yılına gelindiğinde teknoloji analistleri bu yeni iş yönetimi yazılımı kategorisine bir ad verdiler; kurumsal kaynak planlaması (ERP).

ERP bir organizasyonun tüm veri ve proseslerinin tek bir noktada entegre edildiği bilgi sistemleridir. Genellikle ERP sistemleri donanım ve yazılımın da dahil olduğu çok sayıda bileşen içerir. Çoğu ERP sistemi entegrasyonu



gerçekleştirebilmek için, organizasyon genelinde bulunan çok sayıdaki fonksiyonlardan elde ettiği verilerini depolamak için birleştirilmiş veritabanı kullanmaktadır.

İşletmelerde mal ve hizmet üretimi için gereken işgücü, makine, malzeme gibi kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan bütünlük yönetim sistemlerine verilen genel addir. Kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemleri, bir işletmenin tüm veri ve işlemlerini bir araya getirmeye veya bir araya getirilmesine yardımcı olmaya çalışan ve genelde kullanımı kolay olan sistemlerdir. Kurumsal kaynak planlaması anlam olarak, işletmenin tüm kaynaklarının birleştirilip, verimli olarak kullanılması için tasarlanmış sistemlere denmektedir. ERP kavramı ilk olarak üretim çevrelerinde kullanılmaya başlansa da; günümüzde ERP sistemleri çok daha geniş bir alanda telaffuz edilmektedir. ERP sistemleri, bir işletmenin iş alanına ya da ismine bakmadan, işletmenin tüm temel işlemlerini kendi yapısı altında toplayabilir. İşletmenler, kâr amacı olmayan kuruluşlar, vakıflar, hükümetler veya diğer varlıklar ERP sistemlerini kullanabilirler.

Kurumsal kaynak planlamasına farklı kişilerce, farklı tanımlamalar getirilmiştir.

ERP sistemleri, işletmelerin bilgi paylaşımlarını kolaylaştırmak ve operasyonel verimliliği arttırmak için kurulan ve işletme genelindeki ortak kaynaklara erişimi hızlandırarak iş süreçlerini standardize eden bir araçtır. Başka bir deyişle ERP, maliyet, hizmet ve hız gibi performans ölçütlerinde sürekli iyileştirmeler sağlayarak iş süreçlerini yeniden yapılandıran, müşteri memnuniyetini artıran, karlılık ve verimliliğe etki eden ve karar destek sistemleri aracılığıyla etkili planlama ve kontrol sağlayan yazılımlardır (Bayraktar ve Efe, 2006). Müşteri siparişlerini karşılamak için kurum ve işletme genelindeki gereken kaynakları almak, imal etmek, sevki etmek ve hesaplamak üzere belirleyen ve planlayan muhasebe odaklı bir bilişim sistemidir. APICS (American Production and Inventory Control Society - Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu).

ERP'nin ne olduğu konusuna akademik bağlamda üzerinde anlaşılmış genel kavramlar bulunmasına karşın, tanımı üzerinde tartışmalar devam etmektedir. Kurumsal Kaynak Planlaması kavramı için değişik açılardan bakarak farklı tanımlar yapmak mümkün olsa da en genel şekilde, bir şirkette süregelen tüm bilgi akışının uyumunu sağlayan ticari yazılım paketleri olarak tanımlanabilir.

ERP, organizasyonel hedeflerin gerçekleştirilmesi ve işletmenin tüm fonksiyonlarını bütünlük için, işletmenin tüm ihtiyaçlarını, bir organizasyonun tüm süreçlerini göz önünde tutarak yöneten ve planlayan bir yazılım çözümüdür.

ERP, İmalat, Dağıtım, Finans ve Satış Modüllerinin birbirinden tamamen farklı sistemler olduklarını kabul etmiş bir işletmenin bütünü, tek bir veri tabanı, tek bir uygulama ve tek bir kullanıcı ara yüzü ile değiştiren bir öneri paketidir.

ERP, dağıtım, satış, imalat, finans ve satın alma gibi tüm fonksiyonlardan bilgilerin alınmasına, çalışanların ve yöneticilerin tüm işleri planlamalarına, görüntülemelerine ve kontrol etmelerine yardım eden bir araçtır. Modern bir ERP sistemi, mal veya hizmet üretici firmaların yeteneklerini, doğru çizelge ile üretim, kapasitenin tamamen etkin kılınması, envanterin düşürülmesi ve söz verilen sevkiyatların zamanında gerçekleşmesi açısından etkilemektedir.

ERP, firmalar arası global bilgi uyumunu gerçekleştiren bütünsel bir yazılım stratejisidir.

ERP kavramı için farklı açılardan bakarak farklı tanımlar yapmak mümkün olmakla birlikte, ERP; tüm sektörlerin (telekomünikasyon, perakende, medya, sağlık, kamu vb.) tüm faaliyet birimlerini (satış sonrası servis, bakım, onarım, insan kaynakları vb.) kapsayan, şirketlerde süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılımlar olarak tanımlanabilir (URL1).

Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP); işletmenin stratejik amaç ve hedefleri doğrultusunda müşteri taleplerini en uygun şekilde karşılayabilmek için farklı coğrafi bölgelerde bulunan tedarik, üretim ve dağıtım kaynaklarının en etkin ve verimli şekilde planlanması, Koordinasyonu ve kontrol edilmesi fonksiyonlarını bulduran bir yazılım sistemidir (Acar, 2001).

ERP sistemi, basit olarak, bir şirketin tümünü kapsayan entegre bir bilgi sistemidir (Jacobs ve Whybark, 2000).

ERP sistemleri isimlendirilirken "Kurumsal" kelimesinin kullanılmasının sebebi, kapsamlarının belirli bir hizmet veya ürün üretmeye yönelik faaliyet gösteren kurumların bütünlük fonksiyonlarını içermesidir. Bütünün, bu bütünü oluşturan parçalardan daha anlamlı olduğu felsefesi üzerinde kurulmuş olan ERP sistemleri; bu felsefeden yola çıkılarak, kurumlarda daha önceleri ayrı ayrı ele alınan işlevleri birbirine bağlı bir şekilde kurumun amaçlarını yerine getirmek için çalışan parçalar olarak ele alır ve şirketin ortak bir yerde saklanan verilerinden elde edilen bilgilerin doğru olarak ve doğru makamlara iletilmesini sağlar (Yegül, 2003).

Bir ERP sistemi, bilgi teknolojisi ile mümkün olan, işletmenin bütün kaynaklarını toplayan ve bütün bilgi gereksinimlerini gideren, tamamıyla entegre edilmiş bilgisayar destekli bir iş yönetim sistemidir. Tüm bölümlerin yazılım ve süreçlerini tek bir veritabanı üzerinde çalışan tek bir yazılım uygulaması içinde birleştirir. ERP yazılımı ise, bir kuruma tüm organizasyon boyunca bilgiyi paylaşma imkânı veren bir yazılım uygulamaları serisidir (Düzakın ve Sevinç, 2002).

ERP sistemleri, genellikle ortak bir veritabanı üzerinde ortak ve tanımlı bir veri yapısı (şema) kullanacak şekilde tasarlanmaktadır. ERP sistemleri, ortak yapılar, tanımlar ve ortak kullanıcı deneyimlerini kullanarak kurumsal verilere çoklu faaliyet üzerinden erişim sağlar.

Geniş dağıtım için merkezi veri toplama, temel ERP prensiplerinden birini oluşturmaktadır. ERP sistemleri birbiriyle bağlantılı olmayan elektronik tablolardan oluşan dipsiz bir envanter ile birden fazla ayrı veritabanı kullanmak yerine, CEO'dan borç hesapları görevlilerine

kadar tüm kullanıcıların veri oluşturmasını, depolamasını ve ortak süreçlerle türetilen aynı verileri kullanabilmesini sağlamak üzere bu karmaşıklığa çeki düzen verir. Güvenli ve merkezi hale getirilmiş bir veri havuzu ile organizasyondaki herkes verilerin doğru, güncel ve eksiksiz olduğundan emin olabilir. Hataya eğilimli elektronik tabloları kullanmadan, üç aylık bilançolardan tek bir ödenmemiş alacaklar raporuna kadar, organizasyon genelinde gerçekleştirilen her görev için veri bütünlüğü sağlanır.

Günümüzün iş dünyasında ERP'nin etkisi göz ardı edilemez. Kurumsal veriler ve süreçler ERP sistemlerinde toplandıkça, işletmeler ayrı departmanları birbirleri ile uyumlu hale getirip iş akışını iyileştirerek önemli oranda kârlılık tasarrufları elde edebilir. Spesifik iş avantajlarına bazı örnekler:

İyileştirilmiş iş öngörülere: Raporlarla oluşturulan gerçek zamanlı bilgilerden elde edilir.

Daha düşük işletme maliyetleri: Tanımlanmış ve daha fazla kolaylaştırılmış iş süreçleri sayesinde elde edilir.

Üst düzey işbirliği: Kullanıcıların sözleşmelerde, isteklerde ve satınalma siparişlerinde veri paylaşmasıyla elde edilir.

İyileştirilmiş verimlilik: Pek çok iş birimi ve yönetilen iş süreçleri genelinde ortak bir kullanıcı deneyimi sunulmasıyla elde edilir.

Tutarlı altyapı: Arka ofisten ön ofise, tüm iş faaliyetlerinin aynı şekilde görünmesi ve hissettirmesi sayesinde elde edilir.

Yüksek düzeyde kullanıcı benimseme oranı: Ortak bir kullanıcı deneyimi ve tasarım sunulması sayesinde elde edilir.

Daha az risk: İyileştirilmiş veri bütünlüğü ve finansal kontroller sayesinde elde edilir.

Daha az yönetim ve işletim maliyeti: İyileştirilmiş veri bütünlüğü ve finansal kontroller sayesinde elde edilir.

Bir ERP yazılımı bünyesinde genelde bağımsız olarak çalışan üretim, finans, müşteri ilişkileri yönetimi, insan kaynakları, stok yönetimi gibi çeşitli uygulamalar bulunabilir.

ERP sistemlerine daha yakından bakacak olursak, en önemli gerekliliğin bir işletmenin tüm bakış açılarındaki her verinin, birleştirilmesi olduğunu görürüz. ERP sistemleri bunu sağlamak için, işletmenin çeşitli iş faaliyetlerini ele alan birçok yazılım modülünü tek bir veritabanı altında çalıştırmaktadır. Özellikle, bazı işletmeler bir ERP sisteminin yalnızca bazı uygulamalarını seçip, bunları diğer ERP sistemleri veya bağımsız başka yazılımlar ile destekler. Böylece işletme ihtiyaç duyduğu ERP arayüzünü kendi oluşturmuş olur. Gerçekte komple bir ERP sisteminden bahsetmek çok zordur. ERP sistemlerini satın alarak, bünyelerinde uygulamak isteyen büyük işletmelerin özel ihtiyaçları vardır ve bazı özel ihtiyaçlar şu an hiçbir ERP sistemi üreticisi tarafından karşılanamamaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak için güçlü bir kişiselleştirme işlemi oluşturma ve değişik üreticilerden farklı modüller satın almanın yanı sıra, işletme bu modüller üzerinde tekrar

mühendislik çalışması yapmalıdır. Günümüzde ideal olarak, üretim alanında faaliyet gösteren bir işletme, alanıyla ilgili tüm konularda aynı ERP sistemini kullanmaktadır.

Tek bir ERP veritabanı, aşağıdaki alanlarında dahil olduğu çeşitli yazılım modüllerini bünyesinde barındırabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Temel ERP Bileşenleri (Özgül, 2006).

Üretim Planlama ve Kontrol:

- Envanter listeleme
- Doluluk yönetimi
- Üretim emri yönetimi
- Kontrol planı üretim
- Maliyet analiz
- Üretim takibi

Tedarik Zinciri Yönetimi:

- Stok yönetimi
- Sipariş akışı
- Satınalma yönetimi
- Satış malzeme yönetimi
- Tedarikçi değerlendirme

Finans Yönetimi:

- Genel mizan
- Nakit akışı
- Sabit kıymetler

Proje Yönetimi:

- Maliyet analiz
- Sayım yönetimi
- Süre ve harcama analizleri
- Faaliyet yönetimi

İnsan Kaynakları:

- İnsan kaynakları
- Maaşlar
- Bordrolama
- Çalışma süre takibi
- Çalışan devamlılık takibi

CRM:

- Satış ve pazarlama
- Komisyonlar
- Hizmetler
- Müşteri sözleşmeleri

- Yardım hattı desteği
- Teklif sipariş dönüşüm analizleri

Envanter Yönetimi:

- Stok takibi
- Kanban süreçleri
- Konsinye süreçleri

2. ERP Programlarının Tercih Nedenleri

2.1. Entegre Finansal Yönetim

Şirketlerde genel bir performans rakamına ulaşılacak istendiğinde her departmanın kendine ait bir doğru bilgisi olduğu için genel performans rakamı noktasında ortak bir dil konuşulamamaktadır. Finans/Muhasebe departmanının kendi gelir rakamları mevcuttur, satış ekibinin kendine ait bir rakamı vardır, Lojistik ekibinin sevkiyat cirosu bu rakamlardan farklı bir rakam olabilmektedir. Bunun gibi diğer departmanlarda da farklı rakamlar olabilmektedir. ERP sistemleri bu performans değerleri için ortak tabloları kullanacaktır için, bir konu üzerinde ortak bir dil oluşturulmaktadır.

2.2. Entegre Müşteri Sipariş Bilgisi

ERP sistemlerinde; satış siparişlerinin, ilgili satış temsilcisi tarafından alınıp, rezervasyon süreçlerinin işletilmesi ve sonrasındaki sevkiyat aşamasına geçilmesi ile sevkiyatlara bağlı faturalama sürecinin işletilmesine kadar olan süreç bir bütün halinde işletilmektedir. Sürecin her aşamasında ilgili satış siparişinin, rezervasyonun, sevkiyatın veya faturanın bir referans tanımı olduğu için süreç istenilen aşamada denetlenebilmektedir.

2.3. Standart Oluşum ve İmalat Hızlarının Artması

Üretici firmalar, tesis birleştirilmesi veya yeni bir yapının mevcut yapıya kazandırılması sürecinde; haricen gelen yapıların iş metodlarını ve teknolojik alt yapısını bir çatı altında toplamak durumunda kalmaktadırlar. ERP sistemleri bu tarz durumlar için bir standart alt yapı oluşturur.

2.4. Envanter Optimizasyonu

ERP sistemleri tercih edilen iş emri yöntemine göre, siparişin tesisteki hangi hatta hangi operasyonda olduğu bilgisine ulaşmamıza olanak sağlar. Bu sayede hatların stok ihtiyaç takipleri daha net takip edilerek, müşterilere verilen temrin tarihlerinde Üretim yapılmasının pozitif bir paydaşı olur. Doğru sürelerde teslimat yapılmasının ve işletme içindeki stokların ideal seviyede olmasına katkıda bulunur.

2.5. Verilerin Standartlaştırılması

Birden fazla departmana sahip firmalarda bazı departmanlar tek bir yapı altında bulunmamaktadır. Bazı verileri ortak kullanmak ile birlikte, ana yönetim konuları birbirinden farklılık gösterebilir. ERP sistemleri bu noktada ortak bir veri tabanı ve farklı kullanıcı ara yüz tasarımları ile bir çözüm yaratmaktadır.

3. ERP Programlarının Temel Özellikleri

Farklı sektörlerin gereksinimlerine cevap verebilen ERP yazılımlarının özellikleri, genel olarak aşağıdaki gibi

sıralanabilir (Yegül, 2003);

1. Tüm sektörleri hedef alan ve kuruluşu esnasında özelleştirilebilen standart yazılım paketidir.
2. ERP yazılımları, diğer yazılımlara kıyasla özelleştirmeye çok daha uygun bir yapıya sahiptir. Çünkü hedef sektörü tanımlanmamış olan bu standart yazılımlar kuruluş esnasında kurumun özel gereksinimlerine göre özelleştirilebilmelidir.
3. Bir veri tabanı yönetimi yazılımı, ara katman yazılımı (middleware) ya da bir işletim sisteminden ziyade ERP bir uygulama yazılımıdır.
4. Hem ana verileri hem de iş süreçlerine ait verileri tutan bütünlük bir veri tabanıdır.
5. Temel iş süreçleri hakkında çözüm önerileri sunar.

Birçok kurumsal işlevi desteklemeyi hedeflemesinden dolayı yüksek oranda işlevsel bir yapıya sahiptir. ERP yazılımları dünya genelinde, ülkelerden ve bölgelerden bağımsız çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır. ERP yazılımları, ülkeden ülkeye farklılık gösteren muhasebe işlemleri, özel biçimli belgeler oluşturulması (teklifler, faturalar vs.) ve insan kaynakları yönetimi gibi işlevleri ülkesel gereksinimlere uygun bir şekilde yerine getirirler. Temel ERP ürün yazılımı dünya ölçeğinde kullanımı sağlamaya yeterli işlevselliği içermesi sayesinde bazı sektörleri değil tüm sektörleri hedefler. ERP yazılımlarını diğerlerinden ayıran bir özellik de ERP yazılımlarının tedarik yönetimi, sipariş yönetimi ve ödeme işlemleri gibi, tekrar eden ve sürekli olan iş süreçlerini destekliyor olmalarıdır.

4. ERP'nin Hayata Geçirilmesi

ERP uygulamalarına geçiş, sadece farklı bir method tercihi olarak görülse de beraberinde birçok yeni değişimi de mecbur kılan bir süreçtir. ERP yazılımları ise mecbur kılınan değişimlerden sadece bir tanesidir. ERP sistemlerine geçiş, uygun bir yazılımı bulup, teknik destek ile şirketlerde hayata geçirip, sonrasında tamamlandı diyeceğimiz bir işlem değildir. Sistemin oluşturulması ve hayata geçirilmesi, kurum içerisinde bu geçiş için oluşturulmuş nitelikli bir ekip ile sabra ve azime ihtiyaç duymaktadır. Sürecin ilk adımı Gereksinim Analizleri ile başlayıp, devamında işletmenin faaliyetlerine uygun bir ERP programının seçimi ile devam eder.

Gereksinim Analizi ERP sistemlerini uygulamaya başlanmadan önce düşünülen en büyük hata, alınacak büyük bir yazılımın, işletmenin bütün sorunlarını çözeceği düşüncesidir. Fakat işletmenin gereksinimlerine cevap vermeyen bir yazılımın, işletmenin sorunlarına çözüm bulması mümkün değildir. Bu nedenle ERP sistemlerini uygulamaya başlamanın ilk aşaması, işletmenin böyle bir sisteme hangi oranda gereksinimi olduğunun belirlenmesidir (Minahan, 1998).

Uygulama sürecinin ilk adımını oluşturan bu kısımda, işletme, mevcut durumu ve bununla birlikte gereksinim ve beklentilerini ayrıntılı şekilde tanımlamalıdır. İşletmenin geleceğe yönelik planlarını ve hedeflerini belirledikten sonra ERP'ye olan gereksinimini ortaya

çıkarması gerekir. ERP sisteminin işletme içerisinde hangi bölümlerde, ne tip işlevler için kullanılacağı planlanarak, sistemin işletmeye neler sağlayacağı veya neler götüreceği öngörülmeye çalışılır.

5. ERP Uygulama Seçimi

ERP kullanımının gittikçe arttığı günümüzde, doğru ERP yazılımını seçmek her zamankinden daha önemlidir. ERP sistemlerinin uygulanması ile kazanılan yeni bir işletme mantığının, işletmelere büyük bir esneklik ve verimlilik kazandırdığı düşünüldüğünden bu önem daha da artmaktadır (Beşkese, 2000).

ERP sisteminin işletmeye entegre edilmesi, CD içindeki bir programın yüklenmesi olarak anlaşılmalıdır. Bu sistemlerin hem maliyetleri yüksektir hem de işletmelerin sisteme uyarlanması zor olmaktadır. Bunun için sürecin en başında doğru ERP yazılımının seçilmesi zorunludur. Görünüşü hoşta giden ya da popüler bir ERP yazılımını seçmek, işletmeyi hem maliyet açısından hem de zaman açısından büyük zarara uğratabilir. Bu nedenle doğru kararı vermek için işletme gereksinimlerini çok iyi belirlemeli ve bunlara en iyi cevabı veren yazılım seçilmelidir ki, bu bir ERP projesinin ilk adımınıdır. İlk adımda yapılacak bir hata ilerleyen süreçleri de etkileyeceğinden yanlış karar başarısızlığı getirecektir (Altay, 2007).

Doğru ERP yazılımı seçimi, kurumların ilerleyen süreçteki hayatını doğrudan etkileyecektir. ERP sistemlerine geçişteki maliyet, harcanan insan gücü ve zaman düşünüldüğünde karar alma noktasında iki kez düşünmek gerekmektedir. Hiç ERP olmayan bir işletmeyi ERP sistemine geçirmekten daha zor bir işlem varsa o da mevcut bir ERP programından başka bir ERP programına geçiştir.

6. ERP Sistem Kurulumu

ERP sisteminin kurumlarda hayata geçirilmesi ve tüm süreçlerin ERP yazılımı üzerinden yürütülebilir hale getirilmesi zor ve uzun soluklu bir süreçtir. Başarılı olan süreçlerde bazen çalışanların, departmanların, organizasyon yapısının değişmesi gerekebilir. Kurulum esnasında yapılan hatalardan birisi de; işletme için uygun yazılım tercih edilmesine rağmen, yazılımın yanlış konfigüre edilmesidir.

ERP sistemine başarılı bir şekilde sahip olunabilmesi için seçim sürecinde olduğu gibi kurulum sürecinde de gerçekleştirilmesi gereken bir takım unsurlar bulunmaktadır. Maksimum yatırım geri dönüşümünü hedefleyen sistem kurulumu ve uygulaması oniki aşama halinde aşağıda özetlenmiştir (Akyol, 2003);

1. Projenin organize edilmesi
2. Yeni sistem için vizyonu temel alan performans göstergelerinin tanımlanması
3. Detaylı başlangıç planının oluşturulması ve proje arındırma toplantısının organize edilmesi
4. Proje takımının ve diğer anahtar personelin eğitilmesi

5. Var olan veritabanının değerlendirilmesi
6. Yeni donanımın kurulması
7. Yazılım yüklenmesi ve pilot sistemin kurulması
8. Kullanıcıların eğitilmesi
9. Pilot sistem kullanılarak yeni sistem için prosedürlerin tanımlanması ve düzenlemelerin yapılması
10. İşletmedeki tüm verilerin kesin bilgi içermesinin sağlanması
11. İlk bileşen/ürün/fabrika'nın çalıştırılması, son ayarlarının yapılması ve diğer bileşen/ürün/fabrikalar için aynı işlemlerin tekrar edilmesi
12. Sistemin sürekli olarak geliştirilmesi

7. ERP'nin Şirketler İçin Önemi

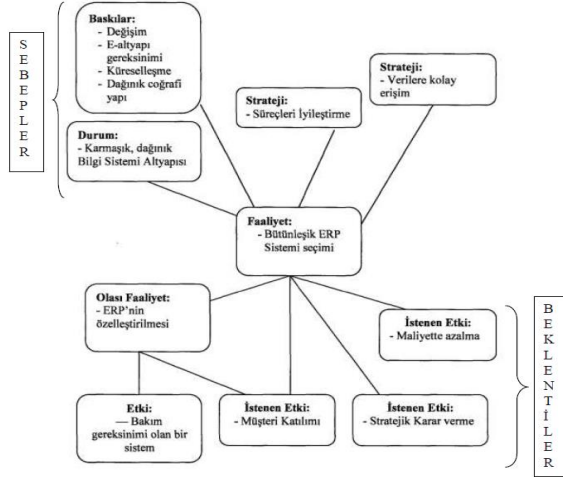
Bir ERP sisteminin uygulanması, uzun ve zor bir süreçtir. Buna karşın, ERP sistemi iyi bir kurulum, iyi bir strateji ve biraz da sabır eşliğinde çok fazla fayda elde edilmesini sağlar. ERP sistemi işletme fonksiyonlarını entegre eden ve merkezi olarak yöneten bir yazılım olduğu için işletmedeki üretim planlama, satın alma, üretim, satış ve müşteri Hizmeti gibi tüm ayrı iş birimleri arasındaki işbirliği ve etkileşimde bir gelişme olması gerekir (Düzakın ve Sevinç, 2002).

İşletmelerin finans, pazarlama, üretim, insan kaynakları gibi organizasyonel bölümleri esnekliklerini kaybetmeden daha yüksek seviyede entegrasyon ile çalışmaya gereksinim duyarlar. Organizasyon çapında bu gereksinimler ERP sistemi ile karşılanabilir. ERP sistemi, yeniden yapılanmayı gerektirecek unsurları da beraberinde getirir (Uçar, 2004).

ERP sadece tüm organizasyonu bir uçtan bir uca bağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha etkin çalışmak isteyen ilgili fonksiyonlara da bilgi sağlar. Üretim odaklı kararlar, satış odaklı kararlara daha kısa sürede, daha etkin bir şekilde bağlanır ve fabrikadaki çeşitli karışık süreçler, organizasyondaki diğer kişiler için şeffaf yani öğrenilebilir hale gelir. Böylece karar verme süresi önemli düzeyde azaltılır ve organizasyon müşteri taleplerini karşılamada daha güçlü olur. ERP sisteminin işletmelere sağlayacağı en önemli yararlarından biri, üst yönetime işletme faaliyetlerinin analizlerinin yapılması ve raporlanmasıdır. Böyle işletmelerde ERP sistemi, mevcut işleyişin olumlu olumsuz noktalarının izlenmesinin yanında karar almayı kolaylaştırıcı ve hızlandırıcı etkisiyle işletmenin rekabet gücünü artıracaktır (URL2).

İşletmelerin, rakip işletmelerle rekabet edebilme yeteneği kazandırma gibi ERP'den birçok beklentileri bulunmaktadır. Şekil 2'de ERP kurma sebep ve beklentileri arasında; karmaşık ve dağınık bir bilgi sistemi yerine sadece bakım gereksinimi olan bir sistem ve stratejik karar verebilme isteği görülmektedir. ERP sistemleri, aynı bilginin farklı bölümlerde farklı kişiler tarafından farklı veri tabanlarına girilmesinden kaynaklanan yanlışlıkları önemli oranda düşürür. Ayrıca, Üretim süreçlerini ve insan kaynakları bilgisini standart hale

getirir ve bunlara finansal bilgileri de ekler. Böylece, satış ve muhasebe hesaplarının birbirini tutmasını sağlar. ERP yazılımlarının, Üretim işlemleri için hayati önem taşıyan bölümleri ve süreci içine alarak tüm iş ağını kapsamaları sağlanabilir (Beşkese, 2000).



Şekil 2. ERP Kurma Sebepleri ve Beklentileri (Beşkese, 2000).

8. Sonuç

Küresel anlamda oluşan rekabet ortamı ve gelişen bilgi ve iletişim Teknolojileri, işletmelerin hayatta kalabilmeleri için rekabet gücüne sahip olabilmeleri gerekliliğini doğurmuştur. Bilgi ve iletişim çağı olarak adlandırabileceğimiz bu dönemde kurumların piyasadaki gücü, sahip oldukları bilginin gücü ile tarif edilebilir bir hale gelmiştir. Bu kapsamda kurumların en büyük kozu olan verinin doğru yönetilmesi önem kazanmıştır. Verinin en etkin şekilde kullanılmasına olanak sağlayan ERP sistemleri de bu aşamada devreye girerek, işletmelere ciddi bir yönetim aracı sunmuştur. ERP sistemleri teknolojik araçlar ile birlikte kurumların tüm faaliyetlerini planlayan ve veri gereksinimlerini karşılayan bir yönetim sistemi olarak sahneye çıkmıştır. ERP sistemleri en değerli varlık olan verinin ortak bir havuzda toplanmasını, belirtilen talimatlara göre işlenmesini ve anlamlı sonuçlar üretmesini, üretilen bu sonuçların ihtiyaçlar yönünde kullanılmasına olanak sağlar. İşletmelerin farklı departmanlarında yapılan işlemler ile yapılan bu işlemlerden etkilenen diğer departman işlemlerinin tek bir kaynaktan ulaşılması ve yönetilmesi; Üretim, satış, sevkiyat, fatura, satın alma

süreçlerinin müşteri, tedarikçi ihtiyaçlarına göre şekillenmesinde ve rekabetçi baskılara uyum sağlamada çok büyük katkı sağlamıştır. Kurumların ileriye yönelik hedefler belirleyip, kendileri için doğru kararlar almaları ve küresel anlamda rekabette avantaj sağlamalarında ERP sistemleri belirleyici bir rol oynamaktadır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit seviyede katkı yapmıştır. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Acar N. 2001. Üretim planlaması yöntem ve uygulamaları. Mpm Yayınları, Sekizinci Baskı, Ankara, Türkiye, 216 s.
- Akyol B. 2003. Kurum kaynakları planlama (ERP) sistem seçimi, kurulum süreci ve bu süreçlere ait bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 117s.
- Altay U. 2007. Kurumsal kaynak planlaması ve uygulamaları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 123s.
- Bayraktar E, Efe M. 2006. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Ve Yazılım Seçim Süreci. J Selcuk Univ Soc Sci Inst, 15: 689-709.
- Beşkese B. 2000. Bilişim teknolojisi yatırımlarının değerlendirilmesine yönelik uygun yöntemin seçilmesi modeli - ERP yazılımı seçimi uygulaması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 313s.
- Düzakın E, Sevinç S. 2002. Kurumsal kaynak planlaması (ERP). Uludağ Üniv İkt İdr Bil Fak Derg, 1(21): 189-218.
- Jacobs RF, Whybark CD. 2000. Why ERP?: A Primer on sap implementation. Mcgraw- Hill, Boston, USA, 1th ed., pp 425.
- Minahan T. 1998. Enterprise resource planning: Strategies Not included. Purchasing Mag, 125(1): 112-127.
- Özgül Ö. 2006. Bir işletme için toptan ve AHP ile ERP yazılımının seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye, 115s.
- Uçar ŞK. 2004. Kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve bir üretim işletmesinde uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, Türkiye, 163s. URL1: www.erpcrm.com (erişim tarihi: 10 Temmuz 2021). URL2: www.bilgiyoneti.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=122 (erişim tarihi: 10 Temmuz 2021).
- Yegül FM. 2003. Kurumsal kaynak planlama (ERP) ve türkiye'deki uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 136s.